

**Rekonstruktion der Altersstruktur subadulter Individuen
anhand von Lang- und Beckenknochen
aus dem mittelalterlichen Gräberfeld Dresden - Briesnitz**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät

der Friedrich - Schiller - Universität Jena

von Martina Liss

geboren am 16.09.1966 in Ilmenau

Gutachter:

1. Prof. Dr. U. Jaeger, Jena
2. Prof. Dr. A. Klein, Jena
3. Prof. Dr. F. W. Rösing, Ulm

Tag der öffentlichen Verteidigung: 02.07.2002

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung und Zielstellung	5
2 Kulturhistorische Aspekte	7
3 Zur Altersschätzung von Skeletten	8
3.1 Die morphologische Entwicklung des Skelettsystems bis zum Abschluß der Adoleszenz	8
3.1.1 Vorgang der Knochenbildung	8
3.1.2 Das Auftreten primärer und sekundärer Ossifikationszentren	9
3.1.3 Das Wachstum von Röhrenknochen	13
3.1.4 Der Epiphysenfugenschluß	16
3.1.5 Methodische Aspekte der Röntgenuntersuchungen	16
3.2 Die Entwicklung ausgewählter Skelettabschnitte	19
3.2.1 Humerus	19
3.2.2 Radius	21
3.2.3 Ulna	22
3.2.4 Femur	22
3.2.5 Tibia	24
3.2.6 Fibula	26
3.2.7 Os coxae	26
4 Material und Methode	29
4.1 Material	29
4.2 Methode	30
4.2.1 Erstellen der Meßprogramme	30
4.2.2 Meßvorgang und Dokumentation	30
4.2.3 Altersschätzung an vollständig erhaltenen Diaphysen	39
4.2.4 Altersschätzung anhand von Diaphysenfragmenten	41
4.2.5 Altersschätzung anhand von Beckenknochen	42
4.2.6 Identifizierung von Individuen über 14 Jahre	43

	Seite
4.2.7 Ermittlung des Individualalters und der Altersstruktur des Gräberfeldes	43
4.3 Statistische Berechnungen	43
5 Ergebnisse	45
5.1 Altersschätzung anhand eines Skelettabschnittes	45
5.1.1 Humerus	45
5.1.2 Radius	50
5.1.3 Ulna	54
5.1.4 Femur	59
5.1.5 Tibia	65
5.1.6 Fibula	69
5.1.7 Os ilium	72
5.1.8 Os pubis	77
5.1.9 Os ischii	80
5.2 Zusammenfassung der Ergebnisse	83
6 Diskussion und Ausblick	86
6.1 Diskussion über Material und Methode	86
6.2 Vergleich vorliegender Ergebnisse mit Daten anderer Untersuchungen	87
6.3 Die Altersverteilung der Subadulten des Gräberfeldes	92
6.4 Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse auf die Praxis – Ausblick	95
7 Zusammenfassung	99
Literaturverzeichnis	
Verzeichnis der Tabellen	
Verzeichnis der Abbildungen	

Abkürzungsverzeichnis

AG	Altersgruppe
Epic.	Epicondylus
FW	Fetalwoche
mind.	mindestens
lat.	lateral
M	Monat
med.	medial
W	Woche

1 Einleitung und Zielstellung

Die Kenntnis des erreichten biologischen Lebensalters (Skelettalter) eines Individuums ist in der prähistorischen Anthropologie neben dem Geschlecht die wichtigste Grundlage für die Analyse demographischer und epidemiologischer Zusammenhänge.

In der forensischen Medizin unterstützt die Schätzung des Individualalters die Identifizierung des Einzelindividuums.

Das biologische Alter entspricht näherungsweise dem chronologischen Alter und wird über einen Vergleich von einem oder mehreren altersspezifischen Merkmalen am Skelett mit den Ergebnissen einer geeigneten Referenzpopulation ermittelt.

Für die Schätzung des Skelettalters jugendlicher Individuen werden entsprechend den „Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett“ (Ferembach et al. 1979) bevorzugt Zahnkalzifikation und -durchbruch herangezogen. Es wird dazu das Schema von Ubelaker (1978) empfohlen. Die Beurteilung der Zahnentwicklung liefert aufgrund der schnellen Abfolge von Entwicklungsstadien bei gleichzeitig relativer Stabilität gegenüber veränderten Umweltbedingungen bis zum 14. Lebensjahr die genauesten und verlässlichsten Hinweise (Herrmann et al. 1990).

Fehlt Zahnmaterial oder ist die Zahnentwicklung abgeschlossen, werden Reifemerkmale des übrigen Skelettes zur Altersdiagnose verwendet. Dazu gehören der Zeitpunkt des Erscheinens von Knochenzentren, die Größenentwicklung der Langknochen und der Zeitpunkt des Verschmelzens von Knochenzentren.

Die zum Erscheinen von Knochenkernen (Pryor 1923, Francis 1940, Greulich und Pyle 1959) in zahlreichen Untersuchungen erarbeiteten Altersangaben (Posener 1939, Waldmann et al. 1974, Berger und Stahr 1983, Nakamura et al. 1994) können jedoch bei der Altersschätzung eines archäologisch geborgenen Skelettes selten angewendet werden (Christie 1949, Noback und Robertson 1951, Pelech und Pechstein 1976, Kimura 1977). Das liegt daran, daß sie selten zur Verfügung stehen, weil sie wegen Fehlens kompakter Masse rasch im Boden vergehen oder wegen ihrer geringen Größe bei der Ausgrabung leicht übersehen werden und wegen des noch unspezifischen Aussehens schwer einzuordnen sind.

Der Apo- und Epiphysenschluß ist das wichtigste Kriterium für die Altersschätzung juveniler Individuen.

Können die oben genannten Methoden nicht angewendet werden, ist die Untersuchung des Längenwachstums von Skeletteilen eine weitere Möglichkeit der Altersschätzung. Die Langknochendiaphysen gehören zu den am häufigsten erhaltenen Skelettresten. Über das Längenwachstum ihrer vollständigen Diaphysen gibt es zahlreiche Tabellen von Referenzserien verschiedener Populationen aus unterschiedlichen Zeitaltern, die eine Altersschätzung ermöglichen (Borovanský und Hněvkovský 1929, Gindhart 1937, Ghantus 1951, Blajerová 1969, Y' Edynak 1976, Stloukal und Hanáková 1978, Sundick 1978, Walker 1978, Hoppa 1992, Humphrey 1998 und andere).

Trotz Anwendung aller genannten Methoden kann eine große Anzahl von Individuen nicht altersgeschätzt werden, da das zur Verfügung stehende Material häufig unvollständig und in Form von Fragmenten vorliegt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die möglichst vollständige Aufklärung des Sterbealters der bis 14jährigen und die Feststellung der über 14jährigen Individuen des Gräberfeldes von Dresden – Briesnitz anhand von Lang- und Beckenknochen. Dazu wurden die etablierten Methoden (größte Diaphysenlänge der Langknochen, Synostose von Apo- und Epiphysen) zuerst angewendet. Für die Individuen, die nur durch Beckenknochen und/oder zerstörte Langknochen präsent sind, wurden die Möglichkeiten zur Altersschätzung erweitert. Dazu wurden Abschnittsmaße erarbeitet, Altersschätzkurven erstellt und auf das Gräberfeld angewendet. Anhand der Ergebnisse erfolgte die graphische Darstellung der Altersverteilung der bis 14jährigen Individuen und ein Vergleich mit anderen Gräberfeldern bzw. Skelettsammlungen.

Weiterhin soll diese Arbeit Lesern anderer Fachgebiete einen Überblick über die Skelettentwicklung im Hinblick auf die Altersschätzung geben, wobei der Schwerpunkt auf die morphologische und metrische Entwicklung der Lang- und Beckenknochen gelegt wurde.

2 Kulturhistorische Aspekte

Dieser Untersuchung liegt durch Archäologen geborgenes Skelettmaterial des Gräberfeldes von Dresden – Briesnitz zugrunde. Dresden - Briesnitz befindet sich zwischen Meißen und Dresden. Im Mittelalter lag es nahe einer mächtigen Furt durch die Elbe, die einen wichtigen Kreuzungspunkt im überregionalen Wege- und Handelsnetz darstellte. Bereits in der Jungstein- und Bronzezeit ließen sich Siedler nieder.

Im frühen 11. Jahrhundert wurde hier ein Burgwardmittelpunkt mit Kirche errichtet. Eine urkundliche Erwähnung erfolgte im Jahr 1071 neben den Dörfern Leutewitz und Wernten. Die Innenfläche der Burganlage umfaßt nach Darstellung von Henker und Wagner (1998) etwa 800 qm, in deren untersuchten Bereichen zahlreiche Gräber gefunden wurden.

Die Belegung des Friedhofs setzte im 10. Jahrhundert ein (erste Belegungsphase) und dauerte bis zum Ende des 12. Jahrhunderts an. In dieser Phase zeigen sich mehrfach Abweichungen von der West - Ost – Ausrichtung der Bestattungen, die in den nachfolgenden Belegungsphasen strenger eingehalten wurde. In den Gräbern wurden häufig Holzeinbauten gefunden.

Die zweite Belegungsphase umfaßt das 12. und den Beginn des 13. Jahrhunderts bis etwa 1220. Sie zeichnet sich durch eine Belegungsverdichtung aus. Die Bestattungen erfolgten dicht im Süden der Anlage bis an die Wallinnenfront. Nördlich der Kirche nahm die Dichte der Bestattungen sprunghaft ab. Die Gräber wurden in mindestens sechs Nord - Süd verlaufenden Reihen angeordnet. Auf slawisches Brauchtum weisen Beigaben wie Schläfenringe und Eierschalen hin (Henker und Wagner 1998). Hölzerne Grabbauten fehlen, dafür wurden mehrfach steinerne Grabplatten gefunden. Die erste und zweite Belegungsphase werden in neueren Arbeiten zusammengefaßt (Häckel et al., im Druck).

In einer dritten Belegungsphase fanden regellose Massenbestattungen – offenbar von Opfern einer Erstürmung des Burgwardes - statt (Wagner 1994). Zeitlich ist diese Phase etwa um 1220 bis 1242 anzusetzen.

3 Zur Altersschätzung von Skeletten

3.1 Die morphologische Entwicklung des Skelettsystems bis zum Abschluß der Adoleszenz

Die Entwicklung des Skelettsystems ist ein zeitlich definierter Vorgang. Kenntnisse über dessen Ablauf können für die Schätzung des Skelettalters herangezogen werden. Im nachfolgenden sollen die morphologische und metrische Entwicklung der Lang- und Beckenknochen vom Embryo bis zur Adoleszenz dargestellt werden.

3.1.1 Vorgang der Knochenbildung

Die Anlage des Skelettsystems beginnt mit Bildung der Knorpelblasteme und der Knorpeldifferenzierung sowie der Knochen- und Knochenmarkbildung im Alter von 37 bis 57 Tagen nach der Befruchtung. Zuvor haben sich die Anlagen für Extremitäten und Hüfte als Körperwandfalte präformiert. So beginnt die Anlage der Hüfte am 20. Tag nach Befruchtung, die der Arme am 24. Tag und der Beine am 28. Tag. Die Handplatte wird nicht vor dem 33. Tag sichtbar, der Daumenstrahl formiert sich ab dem 41. Tag (Hinrichsen 1990).

Mit dem Beginn der Knorpeldifferenzierung werden die späteren Gelenkzonen deutlich. Die Knochenbildung erfolgt durch desmale Ossifikation unter Mitwirkung mesenchymaler Osteoblasten oder durch enchondrale Ossifikation. Dabei werden die knorpeligen Skelettstücke in komplexen Vorgängen durch Knochengewebe ersetzt, an den Gelenkflächen bleibt Knorpel erhalten. Bei den Röhrenknochen entsteht der Schaft durch desmale Ossifikation. Das Breitenwachstum erfolgt dann durch subperiostalen Knochenanbau (appositionelles Wachstum), während sich die Markhöhle durch endostalen Knochenabbau vergrößert. Das Längenwachstum erfolgt durch Knorpelproliferation in der Epiphysenfuge. Diese besteht aus:

1. Knorpelzone (Reservezone, Proliferationszone, hypertrophe Zone)
2. Knochenzone, die Metaphyse, von der aus Gefäße in die knorpelige Epiphysenfuge hineinwachsen und in der Knochenbildung und -umbau stattfinden,
3. Bindegewebszone, bestehend aus einer keilförmigen Ossifikationsrinne und der perichondralen Bindegewebsmanschette, die der Epiphysenfuge Stabilität verleihen soll (Netter 1992).

An Metaphyse, Epiphyse und Apophyse gibt es verschiedene Bereiche, in denen unterschiedliche Formen der Knochenbildung stattfinden. Es sind

- die Metaphyse,
- die artikuläre Seite des Knochenkernes der Epiphyse,
- die metaphysäre Seite des Knochenkernes der Epiphyse und
- die Ansatzstellen der Sehnen und Bänder (Ippolito et al. 1981).

Die höchste Wachstumsrate hat die enchondrale Ossifikation an der Metaphyse, wo Säulenknorpel mit jeweils 20 bis 30 Chondrozyten den Reifungsprozeß von Reservezellen zu Zellen der Degenerationszone durchlaufen. Die an der Gelenkseite des epiphysären Knochenkernes stattfindende Ossifikation hat eine vergleichsweise geringere Wachstumsrate. Die Knorpelsäulen bestehen aus 10 bis 15 Chondrozyten, die den gleichen Prozeß durchlaufen. Eine andere Form der Ossifikation findet an der Seite des Knochenkernes statt, die der Metaphyse zugekehrt ist. Diese Chondrozyten beteiligen sich nicht an Hypertrophie und Degeneration. Die Wachstumsrate ist geringer als bei den beiden obengenannten Formen. Sie wird unter anderem auch am Beckenkamm gefunden. An Ansatzstellen von Sehnen und Bändern erfolgt die Knochenbildung direkt durch Metaplasie von Fibrochondrozyten (Ippolito et al. 1981).

Das Wachstum wird von genetischen, hormonellen und Umweltfaktoren beeinflusst (Hagen 1961, Caffey 1978, Degenhardt 1981, Becker 1984, Krogmann und Iscan 1986, Boesze et al. 1988, Knußmann 1988, Volkmüller 1989, Herrmann et al. 1990, Hövels 1990, Nakamura et al. 1994). Nach Christie (1949) und Loder (1993) besteht ein Unterschied der Knochenreife zugunsten der schwarzen Bevölkerung.

3.1.2 Das Auftreten primärer und sekundärer Ossifikationszentren

Die Bereiche der aus Knorpel präformierten Skeletteile, in denen die Ossifikation beginnt, werden primäre Ossifikationszentren genannt, später können weitere Ossifikationszentren (sekundäre) in dem Skelettabschnitt erscheinen. Es sind die Ausgangspunkte der Apo- und Epiphysen.

Von Tchaperoff (1937) wurde festgestellt, daß vor der siebenten Embryonalwoche keine Ossifikationszentren auftreten. Die meisten Zentren erscheinen vor dem Ende des vierten Fetalmonates, d.h. zwischen der siebenten und der zwölften Woche (Noback und Robertson 1951). Bemerkenswert ist weiterhin, in welcher frühen und kurzen Zeit sich dieser Differenzierungsprozeß vollzieht. So stellte Bass (1971) fest, daß in der elften Fetalwoche 806 Ossifikationszentren vorhanden sind, zum Zeitpunkt der Geburt sind es dann infolge Verschmelzung untereinander noch 450, während der erwachsene Mensch

etwa 206 Knochen hat. Im Gegensatz dazu erscheinen die sekundären Ossifikationszentren bzw. Epi- und Apophysen eines Individuums nacheinander über eine längere Periode. Innerhalb der Individuen nimmt die Variabilität des zeitlichen Auftretens der sekundären Ossifikationszentren mit dem Alter zu.

Beim Erscheinen und Verschmelzen von Knochenzentren handelt es sich um einen in Abfolge und zeitlichem Verlauf definierten Prozeß.

Die primären Verkalkungsherde des Schultergürtels erscheinen vor dem Becken. An der oberen Extremität entsteht zuerst der Knochenkern des Humerus, dann die Kerne von Radius, Ulna, distalen Phalangen, Mittelhandknochen, proximalen Phalangen und mittleren Phalangen. Am Handskelett, aber auch am Fußskelett erscheint eine große Anzahl primärer und sekundärer Ossifikationszentren auf engem Raum in definiertem Ablauf und verschmelzen miteinander (Pyle und Sontag 1943, Greulich und Pyle 1959). An der unteren Extremität bilden sich die Knochenkerne in folgender Reihenfolge heraus: Femur, Tibia, Fibula, Mittelfußknochen, distale Phalangen, proximale Phalangen, mittlere Phalangen.

Beispielhaft werden für ausgewählte Skelettabschnitte die Zeitintervalle des Auftretens der primären Ossifikationszentren in Tabelle 1 aufgeführt. Sie können für die Altersschätzung verwendet werden.

Die Knochenkerne der langen Röhrenknochen (mit Ausnahme der Fibula, wo sie sich etwas später zeigen) entstehen etwa gleichzeitig in der Reihenfolge von proximal nach distal. Die Knochenkerne der Hand entwickeln sich vor denen des Fußes. Der Zeitpunkt des Auftretens der Knochenkerne variiert bei manchen Kernen gering, wie bei der Scapula (8. bis 9. Woche nach Noback und Robertson 1951), bei anderen Kernen dagegen erheblich, wie z.B. beim 4. Sacralwirbel (11. bis 18. Woche nach Noback und Robertson 1951).

Dabei unterscheiden sich die Ergebnisse, die direkt am Skelettmaterial erhoben wurden, von den Ergebnissen, die aus Röntgenuntersuchungen resultieren. Es ist eine allgemeine Feststellung, daß das Erscheinen von Knochenkernen, untersucht mittels Röntgenaufnahmen, früher datiert wird (Stevenson 1924, Davies und Parson 1927, Paterson 1929, Flecker 1942). Diese Autoren begründen diesen Unterschied in der früheren Erkennbarkeit kleiner Knochenpunkte (ab Stecknadelkopfgroße), wobei die Erkennung von intrauterinen Ossifikationszentren problematisch ist (Flecker 1942). Hodges (1933) bemängelte das Fehlen einheitlicher Kriterien und sieht darin eine Ursache für diese Diskrepanzen.

Tab. 1: Vergleich von Altersangaben verschiedener Autoren für das Auftreten von Ossifikationszentren (Teil 1)

Autor (Jahrgang)	Tandler (1919)	Noback und Robertson (1951)	Pryor (1923)		Davies und Parson (1927)	Paterson (1929)		Flecker (1940)	
Material ³	Kaukasisch	Nordamerikanisch	Kaukasisch		Europäisch	Europäisch		Europäisch / Australisch	
Methode	osteologisch	osteologisch (Färbemethode)	radiologisch		radiologisch	radiologisch		radiologisch	
Altersschätzung	chronologisches Alter	anhand Scheitel-Rumpf-Länge	chronologisches Alter		chronologisches Alter	chronologisches Alter		chronologisches Alter ¹	
Geschlecht	männlich und weiblich	männlich und weiblich	männlich	weiblich	männlich und weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich
Individuenanzahl	keine Angabe	136	240		5000 Röntgenaufnahmen	mind. 100 Filme pro Gelenk		783	
Humerus - Diaphyse Caput Trochlea Capitulum Epicondylus lat. Epicondylus med.	7.-8. Embryonalwoche 1. Halbjahr 10.-12. Jahr ca 1. Jahr 12.-14. Jahr 4.-5. Jahr	8. Embryonalwoche			Geburt 11. Jahr 2. Jahr 11. bis 12. Jahr 5. Jahr	<6 Monate 10. Jahr 1 bis 1,5 Jahr 14. Jahr 8. bis 9. Jahr	5. bis 6. Jahr	295 - 295 8/9 bis 10 0/11 bis 1 10/7 bis 12 5/5 bis 7	294 - 315 7 bis 9 0/9 bis <1 8/6 bis 11 2/2 bis 5
Radius - Diaphyse Caput distale Epiphyse	7.-8. Embryonalwoche 4.-5. Jahr 2. Jahr	8. Embryonalwoche			4. Jahr 1. Jahr	6. bis 7. Jahr 1 bis 1,5 Jahr	5. bis 6. Jahr 1. Jahr	3/4 bis 5 1/1 bis 1	3/4 bis 4 0/9 bis <1
Ulna - Diaphyse Kuppe distale Epiphyse	7.-8. Embryonalwoche 11.-12. Jahr 4.-5. Jahr	8. Embryonalwoche			11. Jahr 7. bis 8. Jahr	11. Jahr 8. Jahr	irreg.	7 bis 10 5/4 bis 6	6 bis 8 5 bis 5
Femur - Diaphyse Caput Trochantor major Trochantor minor distale Epiphyse	7.Embryonalwoche 0,5 bis 1. Jahr 3.-4. Jahr 11.-13. Jahr 9. Embryonalmonat	8. Embryonalwoche			6. bis 12. Monat 4. Jahr 12. bis 14. Jahr vor Geburt	0,5 bis 1 Jahr 5. Jahr um Geburt	6. Monat 4. Jahr 9. bis 11. Jahr	0/6 bis <1 4/4 bis 5 8/11 bis 236	0/9 bis <1 2/7 bis 3 9 bis 14 262
Tibia - Diaphyse proximale Epiphyse distale Epiphyse	7.-8. Embryonalwoche ante partus 1.-2. Jahr	8. Embryonalwoche	35. FW ² - kurz nach Geburt	28. bis 40. FW ²	vor Geburt 6. bis 12. Monat	um Geburt 6. bis 12. Monat		294 0/9 bis <1	294 0/7 bis <1
Fibula - Diaphyse proximale Epiphyse distale Epiphyse	7.-8. Embryonalwoche 4 Jahre 2 Jahre	8. Embryonalwoche			5. bis 6. Jahr 1. bis 2. Jahr	4. Jahr 12. Monate	3. Jahr	3/4 bis 5 0/9 bis <1	2/11 bis 3 0/11 bis <1
Os ilium Apophyse	11.-12. Embryonalwoche 16 Jahre	8. bis 9. Embryonalwoche			18. Jahr			13/4 bis 16	12 bis 14
Os pubis Apophyse	4.-5. Embryonalmonat 16 Jahre	18. Embryonalwoche							
Os ischii Apophyse	4.-5. Embryonalmonat 16 Jahre	14. bis 15. Embryonalwoche						13 bis 19	13/5 bis 16

¹ Altersangaben von Flecker (1940) in Jahren / Monaten bzw. Scheitel - Rumpf - Länge

² Fetalwoche

³ rezent

Tab. 1: Vergleich von Altersangaben verschiedener Autoren für das Auftreten von Ossifikationszentren (Teil 2)

Autor (Jahrgang)	Francis (1940)		Lurie (1943)		Pyle und Sontag (1943)		Harding (1952)		Greulich und Pyle (1957)		Caffey (1978)
Material ⁵	Cleveland		Kaukasisch		Kaukasisch		Nordeuropäisch		Nordeuropäisch		Kaukasisch
Methode	radiologisch		radiologisch		radiologisch		radiologisch		radiologisch		radiologisch
Altersschätzung	chronologisches Alter ¹		chronologisches Alter (5 bis 16 Jahre) ¹		chronologisches Alter ²		chronologisches Alter ³		chronologisches Alter ⁴		chronologisches Alter ¹
Geschlecht	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich und weiblich
Individuenanzahl	100	100	2100		64	69	323		1000		-
Humerus - Diaphyse											6. bis 8. Embryonalwoche
Caput					0,7	0,9	Geburt bis 3. M.	Geburt bis 8. W.			
Trochlea	6 bis 15	6 bis 12					8/2 bis 11/6	6/9 bis 10 / 7			
Capitulum					6,3	4,1			6,9 (3,9)	4,8 (2,8)	
Epicondylus lat.	9 bis 15	7 bis 12					10/3 bis 13	8/4 bis 10 /11			
Epicondylus med.	5,5 bis 10	2,75 bis			73,6	41,3	4/11 bis 8/8	2/6 bis 5/7	75,6 (15,3)	43,0 (11,9)	
Radius - Diaphyse											6. bis 12. Embryonalwoche
Caput			5 bis 9	5 bis 6	63,5	47,5	4/0 bis 7/7	3/0 bis 6/3	66,0 (16,1)	50,3 (14,6)	
distale Epiphyse					13	10,4	0/7 bis 2/0	0/7 bis 1/4	13,2 (5,4)	9,8 (4,1)	
Ulna - Diaphyse											6. bis 8. Embryonalwoche
Kuppe	6 bis 14	bis 11	8 bis 13	7 bis 10			8/7 bis 11/7	6/9 bis 9/4			
distale Epiphyse	6 bis 10	4,5 bis	5 bis 10	4 bis 8	82,4	63,2	5/11 bis 8/10	4/9 bis 7/6	82,4 (14,2)	68,3 (13,1)	
Femur - Diaphyse											6. bis 12. Embryonalwoche
Caput					4,4	3,7	11. W. bis 0/8	8.W. bis 0/6	4,7 (1,8)	3,9 (1,9)	
Trochantor major					42,6	29,8	2/7 bis 4/10	1/8 bis 3/6	41,9 (8,6)	28,4 (5,4)	
Trochantor minor	7 bis 16	6 bis 14	bis 6	bis 6							
distale Epiphyse					0	0	bis Geburt	bis Geburt			6. bis 10. Fetalmonat
Tibia - Diaphyse											6. bis 12. Embryonalwoche
proximale Epiphyse					0,1	0,1	Geburt bis 4. W.	vor Geburt bis 6. W.			8. Fetalmonat bis 1. Postnatalmonat
distale Epiphyse					3,9	3,4	11. W. bis 0/8.	8. W. bis 0/7	4,4 (1,6)	4,0 (1,5)	
Fibula - Diaphyse											6. bis 10. Embryonalwoche
proximale Epiphyse					47	42,6	2/5 bis 5/7	1/9 bis 4/4	47 (12,5)	34,3 (10,6)	
distale Epiphyse					12,5	9,3	0/9 bis 1/11	0/7 bis 1/2	12,6 (4,2)	9,0 (2,8)	
Os ilium											
Apophyse	12 bis	11 bis 15	14 bis 17	12 bis 16							
Os pubis											
Apophyse											
Os ischii											
Apophyse	13 bis	10 bis									

¹ Altersangaben in Jahren

⁴ Alter in Monaten, Mittelwert (SD)

Legende:

² Alter in Monaten, Mittelwert

⁵ rezent

M Monat

³ Alter in Jahren / Monat

W Woche

Zum **Zeitpunkt der Geburt** sind alle primären Ossifikationszentren tubulärer Knochen angelegt (Caffey 1978). Von den sekundären Ossifikationszentren sind beim reifen Neugeborenen folgende Epiphysenzentren nachweisbar: distale Epiphyse des Femur, proximale Epiphyse der Tibia und des Caput humeri. Weiterhin sind folgende primären Ossifikationszentren des Hand- und Fußwurzelskelettes vorhanden: Os capitatum, Os hamatum, Os cuboideum (sehr variabel), Calcaneus, Talus (Pryor 1923, Christie 1949, Caffey 1978).

Nach Adair und Scammon (1921) besteht zum Zeitpunkt der Geburt eine direkte Korrelation zwischen Körperlänge und der Anzahl von Knochenkernen, eine geringere Korrelation besteht zwischen dem Nachweis der Knochenkerne und dem Körpergewicht. Adair und Scammon (1921), Pryor (1923) sowie Christie (1949) kamen auch zu dem Ergebnis, daß der Ossifikationsprozeß weiblicher Individuen während des intrauterinen Lebens rascher abläuft als der männlicher Individuen, obwohl letztere in Körpergewicht und –länge den weiblichen Individuen überlegen sind. Der Ossifikationsvorsprung weiblicher Individuen „ist zuerst in Tagen meßbar, dann in Monaten, dann in Jahren“ (Pryor 1923).

3.1.3 Das Wachstum von Röhrenknochen

Das appositionelle Dickenwachstum der Röhrenknochen verläuft in der Pränatalperiode rasch, vom 9. Lebensmonat bis zum 4. Lebensjahr ist es nach Toldt (1882) kaum nachweisbar und nimmt mit dem 5. Lebensjahr wieder zu. Weiterhin wird zum 4. Lebensjahr hin der Markraum größer und die kompakte Knochenmanschette dünner. Die altersabhängigen Umbauvorgänge an der Diaphysenkompakta wurden von Manzke (1970) in drei Phasen eingeteilt:

1. die initiale Phase der endostalen Resorption, die vom ersten Lebensjahr bis in die Pubertät reicht
2. die steroidgesteuerte Reifungsphase der endostalen Apposition, die beim Mädchen im Alter von 12 bis 16 Jahren und bei Jungen etwa mit dem 20. Lebensjahr beginnt
3. die Erwachsenenphase der endostalen Resorption, die zwischen dem 30. bis 40. Lebensjahr beginnt (hier der Vollständigkeit halber genannt)

In der o.g. ersten Phase ist der subperiostale Knochenanbau stärker als der endostale Abbau, so daß es zu einer Zunahme der Kompaktadicke und der Markhöhle kommt. Beim männlichen Geschlecht hält die Resorption länger an, die größte Weite der Markhöhle wird im 18. bis 19. Lebensjahr erreicht. In der folgenden Phase nimmt die Kompaktadicke wieder zu. Die endostale Zuwachsrates ist bei weiblichen Individuen doppelt so groß wie

bei den männlichen Individuen. Nach Van Gerven et al. (1985) wird die periodische relative Abnahme der Kortikalfläche als normaler Bestandteil von Wachstum und Entwicklung gewertet und als Remodellingprozeß bezeichnet.

Bezüglich Knochendichte und Knochenmineralgehalt gibt es präpubertal zwischen den Geschlechtern keine Unterschiede (Geusens et al. 1991). Das Wachstum in der Pubertät ist durch einen Anstieg von Knochendichte, Knochenfläche und Mineralgehalt des Knochens charakterisiert. Die Zunahme von Knochenfläche und Mineralgehalt ist bei Jungen stärker als bei Mädchen ausgeprägt (Runge et al. 1980, Hui et al. 1985, Geusens et al. 1991). Dabei ist prozentual der Anstieg des Mineralgehaltes höher als der der Knochendichte. Insgesamt resultiert eine größere Gesamtknochenmasse beim männlichen Geschlecht (Geusens et al. 1991).

Das Wachstum der langen Röhrenknochen erfolgt im Ergebnis der enchondralen Ossifikation der metaphysären Knorpelzone von den ursprünglichen Knochenpunkten in der Diaphyse in die Länge bei gleichzeitiger Volumenzunahme der Enden. Nach dem Auftreten der Knochenkerne in den Epiphysen tragen auch diese zum Längenwachstum bei. Nach Toldt (1882) wächst die Diaphyse stärker zu dem Ende zu, das länger von der Epiphyse getrennt bleibt. In diesem Zusammenhang steht die gesetzmäßige Richtung der Foramina nutrica, die weg vom stärker wachsenden Knochenende verlaufen (Scheuer und Black 2000). Dieses Wachstum wird ebenfalls von genetischen, hormonellen und Umweltfaktoren beeinflusst.

In der Pränatalperiode erfolgt das Wachstum sämtlicher Skelettabschnitte (Abb. 1) annähernd linear (Robb und Clarke 1934, Fazekas und Kòsa 1978). Das Wachstum der Langknochen erfolgt dann in den ersten Lebensjahren rascher als in der fortgeschrittenen Kindheit (Lange 1903, Blajerová 1969). Maresh (1955) teilte das Längenwachstum der Röhrenknochen nach seinem Verhalten innerhalb einer Population in drei Altersperioden ein:

- Die erste Periode umfaßt die frühe Kindheit bis etwa zum dritten Lebensjahr. Innerhalb dieses Zeitraumes findet das Wachstum der Langknochen selten in den „eingefahrenen Linien“ (Perzentilenlinien) statt, sondern wechselt häufig seine Position zum Gruppendurchschnitt (manchmal schneller, manchmal auch langsamer).
- In der zweiten Phase, die etwa mit drei bis vier Jahren beginnt und bis in die Präpubertät reicht, sind die Wachstumsmuster bemerkenswert stabil.

- Die Adoleszenz als dritte Wachstumsperiode zeigt erneut Turbulenzen. Es zeigt sich insbesondere, daß Frühentwickler eine geringere Endgröße erreichen als Kinder, die sich spät entwickeln.

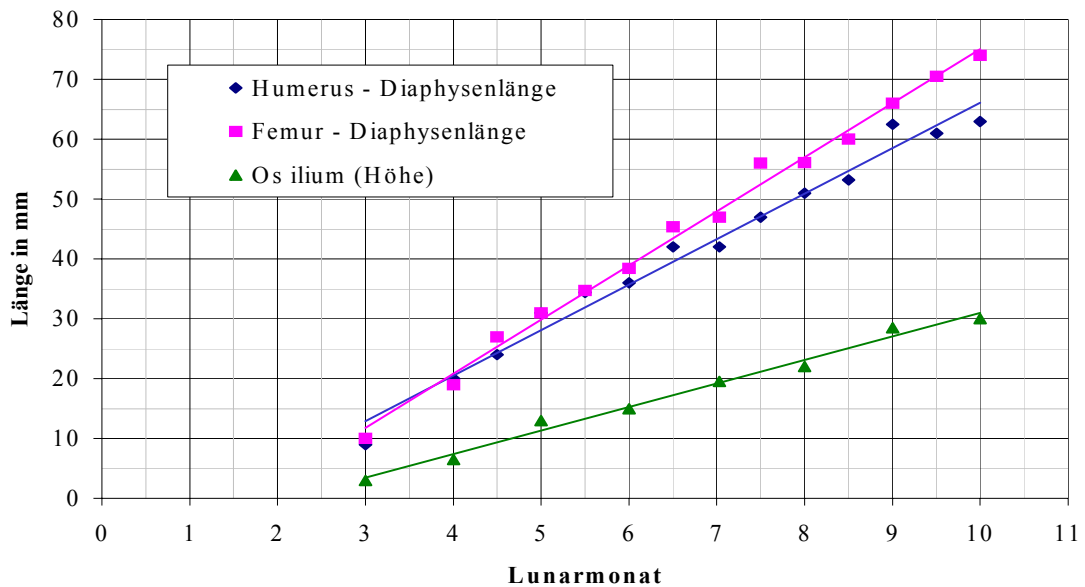


Abb 1: Längenentwicklung von Diaphysen und Os ilium pränataler weiblicher Individuen (nach Fazekas und Kósa 1978)

Längenuntersuchungen von Langknochendiaphysen Subadulter erfolgten in zahlreichen osteologischen (Toldt 1882, Armelagos et al. 1927, Johnston 1961, Merchant und Ubelaker 1977, Sundick 1978, Stloukal und Hanáková 1978, Mensforth 1985) und radiologischen Arbeiten (Maresh 1943 und 1955, Ghantus 1951, Anderson et al. 1964, Gindhart 1973) für verschiedene Populationen und Zeitepochen.

Geschlechtsspezifische Wachstumsmuster finden sich bereits im Fetalalter (Pryor 1923, Christie 1949) und setzen sich im Kleinkindalter fort (Todd 1937). Ganthus (1951) wies nach, daß im Alter von 3 bis 24 Monaten die Jungen größere Diaphysenlängen von Radius und Ulna aufweisen als die Mädchen.

Der jugendliche Wachstumsschub tritt bei Jungen mit 12 bis 15 Jahren ein. Bei den Mädchen findet der Wachstumsschub an der Tibia mit 8 bis 11 Jahren statt, am Radius mit 9 bis 12 Jahren. Der Wachstumsschub ist generell bei den Mädchen weniger intensiv als bei den Jungen (Gindhart 1973). Nach Low (1985) kommt es bei weiblichen Individuen nach einem Wachstumsschub mit 9,5 bis 11,5 Jahren zum Wachstumsstillstand, während bei den männlichen Individuen im Anschluß an den ersten Wachstumsschub mit 11,5 bis 13,5 Jahren eine Stagnation eintritt, der erneut ein Wachstumsschub folgt. Dabei sind die absoluten Wachstumsraten bis zum 12. Lebensjahr bei den Mädchen größer als bei den

Jungen, ab dem 12. Lebensjahr sind die Raten der Jungen höher. Cameron et al. (1982) gaben für den Zeitraum der höchsten Wachstumsrate für Jungen ein Alter von 13,5 bis 14,2 Jahren an, für Mädchen 12,2 bis 12,8 Jahre.

3.1.4 Der Epiphysenfugenschluß

Der Abschluß des Längenwachstums erfolgt durch das Verschmelzen der Epiphysen mit den Diaphysen. Entsprechende Daten wurden in zahlreichen osteologischen und radiologischen Untersuchungen erhoben und für Lang- und Beckenknochen in Tabelle 2 dargestellt. Der Epiphysenfugenschluß setzt mit der Pubertät und dem Beginn der Geschlechtsreife ein. Es ist festzustellen, daß bei Mädchen dieser Vorgang zeitlich früher einsetzt als bei Jungen (Flecker 1942, Lurie 1943, Harding 1952). Schwieriger ist die Beurteilung des Epiphysenfugenschlusses mittels Röntgenverfahren. Als verschmolzen wird eine Fuge dann bezeichnet, wenn diese Region die gleiche Schattendichte aufweist, wie der benachbarte Knochen (Paterson 1929). Krogmann und Iscan (1986) prüften beide Techniken und stellten fest, daß mittels Röntgenuntersuchung der Epiphysenschluß bis zu 3 Jahren zeitiger als durch osteologische Untersuchung angegeben wurde.

3.1.5 Methodische Aspekte der Röntgenuntersuchungen

Bei den Studien über das Knochenwachstum handelt es sich häufig um radiologische Untersuchungen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß infolge Vergrößerung durch Röhren – Objekt - und Objekt – Film – Abstand sowie infolge Verzerrung ein Fehler im Vergleich zur wahren Länge resultiert. Dieser wurde von Maresh (1955) mit 1 bis 1,5%, von Hoffmann (1979) und Gindhart (1973) mit 2 bis 3% angegeben. Letztere führte deshalb eine Korrektur der Daten mit einem Faktor durch, der in Abhängigkeit von untersuchten Körperabschnitten und Röhren – Film – Abstand gewählt wurde.

Maresh und Deming (1939) zeigten in einer vergleichenden Studie zum Langknochenwachstum von Säuglingen, daß die radiologischen Ergebnisse den anthropologischen Messungen überlegen sind. Das resultiert aus der genaueren Festlegung der Meßpunkte und leichteren Handhabbarkeit. Anderson und Green (1948) entwickelten eine Röntgentechnik mit mehreren Röhren, die jeweils über einem Gelenk lokalisiert wurden und erhielten damit wahre Längen.

Zur heutigen Zeit ist die Anwendung von Röntgenstrahlen am Menschen für Forschungszwecke in dieser Form in Kenntnis der Nebenwirkungen nicht mehr ethisch vertretbar. Dafür werden zunehmend Ultraschalluntersuchungen eingesetzt, insbesondere in der Pränataldiagnostik (Bertino et al. 1996).

Tab. 2: Vergleich der Altersangaben (in Jahren) verschiedener Autoren für den Epiphysenfugenschluß (Teil 1)

Autor (Jahrgang)	Henning (1880)	Toldt (1882)	Tandler (1919)	Stevenson (1924)	Mc Kern und Stewart (1957)	Johnston (1961)	
Material	Kaukasisch	Europäisch	Kaukasisch	Nordamerikanisch (Weiße / Schwarze)	US-Amerikanisch	Nordamerikanisch / Indian Knoll	
Methode	osteologisch	osteologisch	osteologisch	osteologisch	osteologisch	osteologisch	
Altersschätzung	chronologisches Alter	chronologisches Alter	chronologisches Alter	chronologisches Alter	chronologisches Alter	Zahnalter	
Geschlecht	weiblich	männlich und weiblich	männlich und weiblich	männlich und weiblich	männlich	männlich	weiblich
Individuenanzahl	16	einzelne Individuen	-	128	450	90	
Zeitepoche bzw. Jh.	19. Jh.	19. Jh.	20. Jh.	20. Jh.	20. Jh.	Radiocarbonalter 5302 Jahre	
Humerus							
Diaphyse - Caput		>= 22	20-22	21	23	18,5-	16-
Diaphyse - Trochlea		16 - 17		bis 17	bis 17	14-16	11,5-15,5
Capitulum-Trochlea-Epic. lat.		14	12-13				
Diaphyse - Epicondylus med.		18	16-17	18	19	17-18	15-16
Radius							
Diaphyse - Caput		14 - 18	16-18	18	17-18	17,5-19	12-15,5
Diaphyse - distale Epiphyse		16 - 19	20-21	21	22	18,5-	16-
Ulna							
Diaphyse - Kuppe		11 - 18	16-18	18	17-18	14-17	11,5-17
Diaphyse - distale Epiphyse		16 - 19	20-21	21	22	18,5-	18-19
Femur							
Diaphyse - Caput	17 - 24	17 - 19		19	19	17-	14,5-
Diaphyse - Trochantor major	17 - 24	17 - 19	17-19	18	19	17-18	13,5-17
Diaphyse - Trochantor minor	17 - 24	17 - 19		18	19	17-18	15-18
Diaphyse - distale Epiphyse	17 - 24	19 - 20	19-20	20	21	18,5-	17-18
Tibia							
Diaphyse - proximale Epiphyse		19	19-21	21	22	18-	16-18
Diaphyse - distale Epiphyse		17 - 18	17-19	19	19	17-18	15-18
Fibula							
Diaphyse - proximale Epiphyse		19	19-21	20	21	18-	16-19
Diaphyse - distale Epiphyse		17 - 18	17-19	19	19	17-	15-
Os ilium							
Korpus - Apophyse	18 - 20	20 - 25	24-25	22	22	18,5	17,5
Os pubis							
Korpus - Apophyse			20				
Os ischii							
Korpus - Apophyse			20			18,5-	15,5-
Os pubis - Os ischii	7						
Y - Fuge des Beckens	17 - 18	16 - 18					

Tab. 2: Vergleich der Altersangaben (in Jahren) verschiedener Autoren für den Epiphysenfugenschluß (Teil 2)

Autor (Jahrgang)	Davies und Parson (1927)	Paterson (1929)		Galstaun 1930	Flecker (1942)		Lurie (1943)		Europäische Empfehlungen (1979) ¹	
Material	Europäisch	Europäisch		Indisch	Europäisch / Australisch		Kaukasisch		Europid	
Methode	radiologisch	radiologisch		radiologisch	radiologisch		radiologisch		Zusammenstellung von Daten verschiedener Autoren (siehe unten)	
Altersschätzung	chronologisches Alter	chronologisches Alter		chronologisches Alter	chronologisches Alter		chronologisches Alter (5 bis 16)			
Individuenanzahl	5000 Röntgenaufnahmen	mindestens 100 Filme ²		>100	783		2100			
Zeitepoche bzw. Jh.	20. Jh.	20. Jh.		20. Jh.	20. Jh.		20. Jh.			
Geschlecht	männlich und weiblich	männlich und weiblich		weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich
Humerus					Jahr / Monat	Jahr / Monat				
Diaphyse - Caput	19 - 21	21	18		16/0 - 19/2	15/9 - 20/5			20 - 25	18 - 22
Diaphyse - Trochlea	16	18 - 21	14 - 15	11 - 14	14/7 - 16/0	13/4 - 16/0			14 - 18	14 - 17
Capitulum-Trochlea-Epic. lat.	13 - 14		14 - 15		10/0 - 16/0	12/0 - 15/0				
Diaphyse - Epicondylus med.	20		14 - 15		12/0 - 17/0	10/0 - 16/0				
Radius										
Diaphyse - Caput	15 - 16		14 - 15	13 - 14	14/0 - 20/5	13/10 - 19/10	14 - 17	11 - 15	14 - 18	14 - 17
Diaphyse - distale Epiphyse	19 - 20	21	19 - 20	14 - 15	17/3 - 23/0	15/11 - 20/5			17 - 20	16 - 19
Ulna										
Diaphyse - Kuppe	17		14 - 15	13 - 14	bis 17/6	13/10 - 16/0	13 - 17	11 - 15	14 - 18	14 - 17
Diaphyse - distale Epiphyse	20	21	19 - 20	16	17/3 - 22/0	15/0 - 22/0	14 - 18	12 - 17	17 - 20	16 - 19
Femur										
Diaphyse - Caput	19 - 20	18	17		14/0 - 20/2	13/4 - 18/2	13 - 18	12 - 16	18 - 21	15 - 19
Diaphyse - Trochantor major	18 - 19	18	16 - 17		15/10 - 17/6	14/4 - 16/10	13 - 18	12 - 16	18 - 21	15 - 19
Diaphyse - Trochantor minor	18	18	16 - 17		bis 17/11	bis 16/10			18 - 21	15 - 19
Diaphyse - distale Epiphyse	19	18	16 - 17		16/0 - 19/0	14/0 - 19/0			17 - 20	15 - 19
Tibia										
Diaphyse - proximale Epiphyse	19 - 20	18 - 19	16 - 17		16/0 - 19/0	14/0 - 18/0			17 - 20	15 - 19
Diaphyse - distale Epiphyse	17 - 18	18	16		14/9 - 18/0	13/0 - 16/4			17 - 19	15 - 18
Fibula										
Diaphyse - proximale Epiphyse	20 - 22	18	16		16/0 - 19/8	14/0 - 18/0			17 - 20	15 - 19
Diaphyse - distale Epiphyse	18 - 19	18	16		15/0 - 18/0	14/10 - 16/4	14 - 17	13 - 16	17 - 19	15 - 18
Os ilium										
Korpus - Apophyse	16 - 23				bis 22/9	17/1 - 22/3	17 - 19	17 - 19	21 - 24	21 - 24
Os ischii										
Korpus - Apophyse					bis 21/0	bis 24/0			21 - 24	17 - 20
Os pubis - Os ischii	7 - 8				04/0 - 11/4	03/11 - 11/0	4 - 9	4 - 7		
Y - Fuge des Beckens	17				13/7 - 17/11	10/6 - 16/10			15 - 18	15 - 18

¹ Europ. Empfehlungen berücksichtigten Angaben von :

Wolff-Heidelberger (1954), Rauber und Kopsch (1952), Brothwell (1965), Haret et al. (1927), Gray's Anatomie (1967)

² pro Geschlecht und Gelenk

3.2 Die Entwicklung ausgewählter Skelettabschnitte

3.2.1 Humerus

Das primäre Ossifikationszentrum für den Humerus erscheint, wie auch schon oben erwähnt, in der Mitte der 8. Embryonalwoche (Toldt 1882, Fazekas und Kósa 1966). So entsteht ein zylinderförmiger Knochen, der Anfang des 3. Monates an den beiden Enden auftreibt. Die distale Seite läßt Ende des 4. Monates eine Abplattung und im 5. Monat eine Grube - die spätere Fossa olecrani - erkennen. Das proximale Ende erhält im 7. Monat den Sulcus intertubercularis, die Anlage der beiden Tuberculi wird erkennbar (Toldt 1882).

Im Fetalalter besteht eine lineare Beziehung zwischen dem Knochenwachstum und dem Alter. Nach Scheuer et al. (1990) kann diese Beziehung für die Diaphysenlänge (HUM) in mm wie folgt ausgedrückt werden:

$$0,5524 \times \text{HUM} + 2,7825 = \text{Alter in Wochen} \quad \text{Bestimmtheitsmaß (R}^2\text{)} = 0,97$$

Fazekas und Kósa (1966) stellten weiterhin eine Beziehung zwischen Diaphysenbreite und Alter fest.

Um die Geburt bzw. innerhalb der ersten drei Lebensmonate entsteht der Knochenkern des Humeruskopfes, im Verlauf des 2. Lebensjahres erscheint der Verkalkungspunkt des Tuberculum majus, gegen Ende des 3. der Kern des Tuberculum minus. Die beiden letzteren verschmelzen im 4. Lebensjahr miteinander und in den folgenden zwei Lebensjahren untereinander (Toldt 1882). Die charakteristische Form des Tuberculum majus beginnt sich nach Borovanský und Hněvkovský (1929) mit dem 9. Lebensjahr abzuzeichnen. Der laterale Teil der proximalen Diaphyse ist mit 14 Jahren konkav, der mediale Teil konvex gerundet. Im darauffolgenden Lebensjahr markiert sich zunehmend der Sulcus intertubercularis. Tabelle 3 zeigt die Größenverhältnisse der proximalen Epiphyse im Alter von 0,5 bis 21 Jahren in einer Untersuchung von Sundick (1978).

Das distale sekundäre Ossifikationszentrum erscheint in der zweiten Hälfte des 1. Lebensjahres in der Eminentia capitata und vergrößert sich im 4. und 5. Lebensjahr in Richtung Trochlea. Zu diesem Zeitpunkt weist es in ventrodorsaler Richtung eine ovale Form auf, in lateraler Position hat es die Form eines runden Konus. Die typische Kopfform erhält es mit 6 Jahren, zu dieser Zeit variiert die Größe stark (ventrodorsal 12-17 mm, Höhe 5 bis 7 mm).

Tab. 3: Größter Durchmesser der proximalen Epiphyse des Humerus einschließlich Caput, Tuberculum major et minor (nach Sundick 1978)

Material	Altnerding ¹ 6. bis 7. Jh.	Indian Knoll ¹ prähistorisch
Individuenanzahl	31	68
Zahnalter	Länge in mm	
6 - 15 Monate	14	19
15 - 24 Monate	12	12,5 - 21
24 - 30 Monate	-	11,5 - 20,5
30 - 42 Monate	-	21 - 23
42 - 54 Monate	16,5 - 20	22 - 23,5
4,5 - 5,5 Jahre	-	23 - 30
5,5 - 6,5 Jahre	30 - 37	24,5 - 32
6,5 - 8 Jahre	29,5 - 33	26 - 33
8 bis 10,5 Jahre	42	29,5 - 38
11 - 12 Jahre	37,5 - 37	32 - 37
12 Jahre	35 - 44	34 - 41
16 - 21 Jahre	48 - 55	39 - 48

¹ Geschlecht unbekannt

Die Trochlea erhält im zehnten bis elften Lebensjahr (Toldt 1882) einen eigenen Knochenkern - nach Borovanský und Hněvkovský (1929) bereits mit 7 Jahren -, der etwa im 14. Lebensjahr mit dem Capitulum verschmilzt. Die Trochlea zeigt bereits mit 11 Jahren in lateraler Position ihren typischen Röntgenschaten (Borovanský und Hněvkovský 1929).

Weitere Knochenkerne treten im 4. bis 6. Lebensjahr am medialen und im 12. bis 13. Lebensjahr am lateralen Epicondylus auf. Der laterale Epicondylus verschmilzt kurz nach seinem Erscheinen mit dem Capitulum, der mediale Epicondylus im 18. Lebensjahr (Toldt 1882) mit der Diaphyse (nach Lurie 1943 bei Mädchen mit 11 bis 16, bei Jungen mit 13 bis 17, nach Borovanský und Hněvkovský 1929 mit 14 bis 19 Jahren).

Die Verschmelzung des Caput mit dem Schaft erfolgt entsprechend Ferembach et al. (1979) bei Männern mit 20 bis 25 Jahren, bei Frauen zwischen 18 bis 22 Jahren, die der distalen Epiphyse bei Männern mit 14 bis 18 Jahren, bei Frauen zwischen 14 bis 17 Jahren.

3.2.2 Radius

Das Ossifikationszentrum des Radius erscheint ebenfalls in der 8. Embryonalwoche. Es entsteht zunächst ein dünnes Stäbchen, das im 5. Fetalmonat am distalen Ende zunehmend dicker wird.

Für die Beziehung zwischen Fetalalter und Diaphysenlänge (RAD) in mm lieferten Scheuer et al. (1990) folgende Gleichung:

$$0,7622 \times \text{RAD} - 0,9181 = \text{Alter in Wochen} \quad \text{Bestimmtheitsmaß (R}^2\text{)} = 0,92$$

Der Ossifikationspunkt des Capitulum radii am proximalen Radius erscheint erstmalig im 4. Lebensjahr (Flecker 1942). Dieser bekommt schnell eine ovale Form, dann die eines flachen Zylinders, mit 6 Jahren ist immer eine Verknöcherung erkennbar. Mit 11 Jahren zeigt das Capitulum radii eine schüsselförmige Einsenkung für den Humeruskopf.

Schmid und Halden (1949) ermittelten die Größe zahlreicher Knochenkerne (n = 10 000) z.B. des Capitulum radii (vgl. Tab. 4) anhand von Röntgenaufnahmen.

Tab. 4: Größenentwicklung des Capitulum radii (aus Schmid und Halden 1949)

Chronologisches Alter in Jahren	Breite (in mm) ¹	Höhe (in mm) ²
5	4,5	1,5
6	5,8	1,6
7	6,8	1,8
8	7,3	3,3
10	13,2	4,7
12	14,3	4,0
14	19,0	-

¹ senkrecht zur Höhe gemessene Strecke

² kraniokaudaler Durchmesser

Der Schluß der proximalen Epiphysenfuge beginnt mit 14 Jahren und ist mit 18 Jahren beendet (Ferembach et al. 1979).

Am distalen Radius wurde der Knochenkern bei weiblichen Individuen erstmals im Alter von 9 Monaten festgestellt (Flecker 1942), bei männlichen Individuen im Alter von einem Jahr und einem Monat. Im Alter von 2 Jahren ist der Knochenkern bei allen Individuen auffindbar (Flecker 1942). Die Tiefe der Epiphyse für das Os naviculare formt sich mit 8 Jahren, die Verschmelzung beginnt an der ulnaren Seite in einzelnen Fällen mit 16 Jahren und ist mit 19 Jahren bei Frauen, mit 20 Jahren bei Männern vollendet.

3.2.3 Ulna

Der primäre Verknöcherungspunkt der Ulna entsteht ebenfalls in der 8. Embryonalwoche. Am Anfang des 4. Fetalmonats verdickt sich das proximale Ende und überragt den Radius. Im Verlauf des 5. Monats wird der Ansatz des späteren Processus coronoideus sichtbar.

Das Olecranon hat oft eine größere Anzahl von Ossifikationspunkten, die früheste Ossifikation beginnt mit 7 Jahren, gewöhnlich tritt sie mit 10 Jahren auf. Die Verschmelzung mit der Diaphyse beginnt mit 11 Jahren an der Seite der Incisura semilunaris, mit 18 Jahren ist die Fusion oft noch nicht abgeschlossen (Toldt 1882). Paterson (1929) gibt für den Epiphysenfugenschluß ein Alter von 14 bis 16 Jahren an.

Die distale Epiphyse der Ulna erscheint nach Paterson (1929) frühestens im 4. Lebensjahr (Mädchen), nach Flecker (1940) wurde sie bei Jungen und Mädchen im Alter von 5 Jahren erstmals beobachtet. Bei der Mehrzahl der Individuen ist sie mit 6 Jahren vorhanden, mit 10 Jahren ist sie immer erschienen. Der Epiphysenfugenschluß an der proximalen und distalen Ulna erfolgt nach Ferembach et al. (1979) im gleichen Zeitraum wie am Radius und beginnt am distalen Ende an der radialen Seite.

Borovansky und Hněvkovský (1929) fanden einen separaten Ossifikationspunkt für den Processus styloideus ulnae. Dieser erscheint mit 6 Jahren (Borovansky und Hněvkovský 1929, Lurie 1943) und verschmilzt mit der Epiphyse zwischen dem 13. bis 18. Lebensjahr (Lurie 1943).

3.2.4 Femur

Zum Ende der 7. Embryonalwoche (Toldt 1882, Fazekas und Kósa 1966) erscheint oberhalb der Schaftmitte des Femur ein Knochenkern, der rasch zur Diaphyse heranwächst. Er ist in der Mitte des 3. Fetalmonates etwa 4 mm und zwei Wochen später etwa 8 mm lang (Toldt 1882). Im 4. Monat ist eine Verdickung der beiden Enden erkennbar. In der Mitte des 9. Fetalmonates erscheint in der distalen Epiphyse ein Knochenkern.

Die Länge der Diaphyse beträgt am reifen Neugeborenen 73 – 76 mm (Toldt 1882, Fazekas und Kósa 1978). Das distale Ende ist quer verbreitert und mit einer leicht konvexen Fläche versehen.

Wie bei den Langknochen der oberen Extremität besteht auch beim Femur im Fetalalter eine lineare Beziehung zwischen der Diaphysenlänge (FEM) in mm und dem Alter (Scheuer et al. 1990):

$$0,3922 \times \text{FEM} + 8,83 = \text{Alter in Wochen}$$

$$\text{Bestimmtheitsmaß (R}^2\text{)} = 0,95$$

Um den 6. Lebensmonat erscheint der Knochenkern der proximalen Epiphyse, der anfangs rundlich ist. Er nimmt im 2. und 3. Lebensjahr eine halbkugelförmige Struktur an. Der distale Verknöcherungspunkt wächst ab dem 2. Lebensjahr in Richtung der Condylen, wobei der laterale Condylus schneller verknöchert. Der Knochenkern des Trochanter major entwickelt sich im 3. bis 4. Lebensjahr und sitzt nahe der Diaphyse. Die Größenentwicklung der Epiphysen, wie sie von Schmid und Halden (1949) anhand von Röntgenaufnahmen ermittelt wurde, wird in Tabelle 5 wiedergegeben.

Tab. 5: Größenentwicklung der Femurepiphysen (aus Schmid und Halden 1949)

Chronologisches Alter	Caput femoris		Distale Epiphyse	
	Breite (in mm) ¹	Höhe (in mm) ²	Breite (in mm) ¹	Höhe (in mm) ²
1. Monat	2,0	3,0	6,2	4,4
6. Monat	7,8	5,7	14,3	8,5
1. Jahr	11,4	8,2	23,2	12,3
2.	11,8	9,2	30,4	13,1
3.	18,4	12,1	36,9	14,7
4.	21,7	13,2	44,5	16,8
5.	24,5	14,8	54,4	19,6
6.	27,7	14,8	54,8	22,1
8.	34	18	66	23,2
10.	38,4	19,6	72	26,9
12.	44,9	21,8	73,8	30
14.	18,8	25,5	84,7	36,5

¹ senkrecht zur Höhe gemessene Strecke

² kraniokaudaler Durchmesser

Osteologisch erhobene Meßdaten zu den Epi- und Apophysen lieferte Sundick (1978). Ein Auszug der Ergebnisse ist in Tabelle 6 dargestellt.

Im 10. oder 11. Lebensjahr entsteht der Knochenkern im Trochanter minor. Güvener et al. (1984) unterstrichen, daß sich Femurkopf und Trochanter major zeitlich gleichartig verhalten, sie stellten weiterhin fest, daß die Verschmelzung beim weiblichen Femur mit 14 Jahren oft schon begonnen hat, beim männlichen noch nicht. Sie tritt in einem kurzen Intervall ein und ist mit 17 Jahren vollendet. Nach Ferembach et al. (1979) verschmelzen die Apo- und Epiphysen des proximalen Endes mit der Diaphyse bei Männern mit 18 bis 21 Jahren, bei Frauen mit 15 bis 19 Jahren. An der distalen Epiphyse findet der

Epiphysenfugenschluß mit 17 bis 20 Jahren beim männlichen Geschlecht, mit 15 bis 19 Jahren beim weiblichen Geschlecht statt.

Tab. 6: Osteometrische Untersuchungen an den Apo- und Epiphysen des Femur (nach Sundick 1978) ¹

Maßbezeichnung	Größter Durchmesser des Caput femoris		Größter Durchmesser des Trochanter major		Größte Breite der distalen Epiphyse	
Material	Altenerding ²	Indian Knoll ³	Altenerding ²	Indian Knoll ³	Altenerding ²	Indian Knoll ³
Individuenanzahl	49	78	22	42	41	92
Zahnalter	Meßwerte in mm (min - max)					
15 - 24 Monate	14	12,0 - 17,0	-	-	24	19 - 30
30 - 42 Monate	17 - 18,5	16 - 21	-	-	-	22 - 38
4,5 - 5,5 Jahre	22 - 27	18 - 25	-	-	45 - 48	34,5 - 46
5,5 - 6,5 Jahre	24 - 33	21 - 29	21 - 27	17 - 25	48 - 57	43,5 - 55
6,5 - 8 Jahre	26 - 33	25 - 29	26,5	22 - 28	47 - 58,5	47 - 55
8 bis 10,5 Jahre	29 - 38	27 - 37	25,5 - 34	26,5 - 34	52,5 - 66	53 - 65
10,5 - 11 Jahre	32	30	27	26	59	-
11 - 12 Jahre	31,5 - 35	31,5 - 34	25,5 - 30,5	30 - 34	60 - 65	57 - 62
16 - 21 Jahre	33 - 45	37,5 - 44	34,5	34 - 38	73 - 88	64 - 80

¹ unbekanntes Geschlecht

² 6. bis 7. Jh.

³ prähistorisch

3.2.5 Tibia

Der Knochenkern der Tibia erscheint in der Mitte der 8. Embryonalwoche und nimmt rasch eine zylinderförmige Gestalt an. Im 3. Monat nimmt der Schaft die Form eines abgerundeten Dreikantes an, in den darauffolgenden Wochen werden die Kanten schärfer. Die beiden Enden werden dicker, insbesondere das obere. Die Tuberositas tibiae formt sich erst gegen Ende der Fetalzeit heraus. Der Knochenkern der proximalen Epiphyse erscheint etwa zum Zeitpunkt der Geburt, gelegentlich auch wenige Monate später. Er nimmt im 1. Lebensjahr eine ovale Form an, die untere Fläche erscheint eben, die obere Fläche ist durch die Eminentia intercondylaris hügelig geformt. Ab dem 7. Lebensjahr modelliert sich die feinere Form der Oberfläche heraus (Toldt 1882). Der distale Knochenkern erscheint nach Ablauf des 1. Lebensjahres als abgeplattetes Ellipsoid und nimmt im 5. Lebensjahr seine typische Form an, indem er sich in den medialen Knorpel hinein auszubreiten beginnt.

Tab. 7: Größenentwicklung der proximalen Tibiaepiphyse (aus Schmid und Halden 1949)

Chronologisches Alter	Breite (in mm) ¹	Höhe (in mm) ²	Chronologisches Alter	Breite (in mm) ¹	Höhe (in mm) ²
1. Monat	6,7	4,4	4. Jahr	33,5	14
2. Monat	7,9	4,6	5.	41,7	16,1
3. Monat	8,3	4,9	6.	43,4	16,1
6. Monat	12,4	7,4	7.	51,3	17,3
9. Monat	17,4	10,4	8.	54,5	18,1
1. Jahr	19,8	10,3	10.	63,6	20,4
2. Jahr	24,7	11,5	12.	66	20,6
3. Jahr	28,1	12,3	14.	76	23,2

¹ senkrecht zur Höhe gemessene Strecke² kraniokaudaler Durchmesser

Schmid und Halden (1949) ermittelten in der bereits oben erwähnten radiologischen Untersuchung die Größe der proximalen Epiphyse der Tibia (vgl. Tab. 7). In Tab. 8 sind osteologisch erhobene Meßwerte zu den Epiphysen der Tibia von Sundick (1978) dargestellt.

Tab. 8: Osteometrische Untersuchungen an den Epiphysen der Tibia (nach Sundick 1978)¹

Maßbezeichnung	Größter Durchmesser der proximalen Epiphyse		Größter Durchmesser der distalen Epiphyse	
Material	Altenerding 6. bis 7. Jh.	Indian Knoll prähistorisch	Altenerding 6. bis 7. Jh.	Indian Knoll prähistorisch
Individuenanzahl	41	89	37	73
Zahnalter	Meßwerte in mm (min - max)			
24 - 30 Monate	19	19 - 24	-	-
30 - 42 Monate	23	20 - 29	-	-
4,5 - 5,5 Jahre	35,5 - 37	27 - 38	-	-
5,5 - 6,5 Jahre	37 - 48	36,5 - 49	-	-
6,5 - 8 Jahre	36 - 42,5	41 - 48	28 - 47	27 - 32
8 bis 10,5 Jahre	46 - 60	49 - 59	30,5 - 41	30 - 42,5
10,5 - 11 Jahre	-	50,5	34	-
11 - 12 Jahre	56,5 - 57,5	53 - 56	39 - 42	35 - 38
15 Jahre	69	57,5 - 62	38 - 50	37 - 44
16 - 21 Jahre	-	64 - 67	41	41 - 46

¹ Geschlecht unbekannt

Die Verschmelzung der Epiphysen erfolgt distal bei Männern mit 17 bis 19 Jahren, bei Frauen mit 15 bis 18 Jahren, proximal mit 17 bis 20 bzw. 15 bis 19 Jahren (Ferembach et al. 1979).

3.2.6 Fibula

Wenige Tage nach Bildung des Knochenkernes in der Tibia – in der 8. Embryonalwoche - erscheint der Knochenkern der Fibula in der Mitte der knorpelig angelegten Diaphyse. Er wächst gleichmäßig mit der Diaphyse zum dünnen Schaft heran, dessen Kanten ab dem 4. Fetalmonat sichtbar werden. Eine Dickenzunahme der beiden Enden wird im 5. Fetalmonat beobachtet (Toldt 1882). Die Verknöcherungspunkte der Epiphysen erscheinen distal in der ersten Hälfte des 2. Lebensjahres und proximal im 4. Lebensjahr. Die Verschmelzung der Epiphysen mit der Diaphyse entspricht dem Verschmelzungszeitpunkt der entsprechenden Epiphysen an der Tibia (siehe auch Tab. 2).

Die Verschmelzung der Epiphysen erfolgt distal bei Männern mit 17 bis 19 Jahren, bei Frauen mit 15 bis 18 Jahren, proximal mit 17 bis 20 bzw. 15 bis 19 Jahren (Ferembach et al. 1979).

3.2.7 Os coxae

Breite Knochen wie das Hüftbein wachsen durch intracartilaginöse Verknöcherung an den überknorpelten Rändern und werden an verschiedenen Stellen durch das Anwachsen von Apophysen vervollständigt (Toldt 1882).

Das Hüftbein (Os coxae) entsteht aus drei Knochenkernen, die sich in einer gemeinsamen Knorpelanlage entwickeln. Aus diesen drei Kernen entstehen das Darmbein (Os ilium), das Sitzbein (Os ischii) und das Schambein (Os pubis).

Die Ossifikation des Os ilium beginnt entsprechend den Beobachtungen von Toldt (1882) in der 11. Embryonalwoche oberhalb der Gelenkpfanne und um die Incisura ischiadica major. Mit Beginn des 5. Fetalmonates erscheint der zweite Knochenkern, dieser entsteht im Os ischii. Der dritte Verkalkungspunkt entsteht in der zweiten Hälfte des 6. Fetalmonates im Os pubis unmittelbar über dem medialen Winkel des Foramen obturatum. Er formt sich zu einer bogig gekrümmten Knochenspanne, an der zu Ende des 8. Monats der horizontale Ramus ossis pubis deutlich ausgebildet ist und der absteigende Ast sowie der Sulcus obturatorius angedeutet erkennbar sind (Toldt 1882).

Nach Untersuchungen von Noback und Robertson (1951) treten die ersten Knochenstrukturen schon wenige Wochen früher als von Toldt (1882) beschrieben auf (Tab. 9).

Zum Zeitpunkt der Geburt sind die sich später zum Acetabulum vereinigenden Corpora der Os coxae bereits vorhanden, jedoch noch durch eine breite y-förmige Knorpelfuge getrennt. Absteigender Ramus ossis pubis und aufsteigender Ramus ossis ischii sind noch

überwiegend knorpelig ausgebildet, ebenso Spina ischiadica und Tuber ischiadicum. Facies auricularis und Incisura ischiadica major erscheinen zu diesem Zeitpunkt bereits knöchern.

Tab. 9: Erstes Erscheinen von Knochenkernen am Hüftbein (nach Noback und Robertson 1951)

Hüftknochen	A	B
Os ilium	8	9
Os ischii	14	15-16
Os pubis	18	18

- A. Embryonal- bzw. Fetalwoche, in der dieser Knochenkern erstmalig erscheint
 B. Embryonal- bzw. Fetalwoche, in der alle Individuen diesen Knochenkern entwickelt haben

Das Längswachstum des Beckens wird durch die Crista iliaca und die Y-Fuge realisiert. Das Breitenwachstum erfolgt durch appositionelles periostales Knochenwachstum. Die morphologischen Charakteristiken der Y-Fuge sind die gleichen wie am metaphysären Teil der Langknochen. Jede Seite hat zwei Zentren: eine für das Wachstum nach cranial, eine für das Wachstum nach caudal. Der Acetabulumknorpel ist verantwortlich für die Entwicklung des Acetabulum durch interstitielles Wachstum und enchondrale Ossifikation. Es wird durch periostales Wachstum der Fossa iliaca vervollständigt (Ippolito et al. 1981). Der mechanische Stimulus des Femurkopfes ist für die Entwicklung des Acetabulum von großer Bedeutung (Harris 1961).

In den ersten zwei Lebensjahren nimmt die Größe des Hüftbeines zu, die o.g. Verhältnisse verändern sich dabei nur geringfügig. Erst ab dem 3. Lebensjahr wachsen Ramus ossis pubis und Ramus ossis ischii gegeneinander, bis im 6. Lebensjahr noch eine kleine Knorpelfuge nachweisbar ist. Diese verknöchert nach Henning (1880) im 7. Lebensjahr. Toldt (1882) gibt dafür das 8. bis 12. Lebensjahr an (weitere Angaben in Tab. 2). In dieser Phase bildet sich die Symphysenregion weiter heraus und die knorpelige Acetabulumfuge wird dünner. Ab dem 12. Lebensjahr verkalkt und ossifiziert diese Fuge. Die endgültige knöcherne Verschmelzung tritt zwischen dem 15. bis 18. Lebensjahr ein (Henning 1880, Toldt 1882, Davies und Parson 1927, Ferembach, Schwidetzky und Stloukal 1979). Reynolds et al. (1947) führten radiologische Messungen am Os ilium durch.

Wachstumsdaten über die Distanz zwischen Spina iliaca anterior superior und Spina iliaca posterior superior lieferten z.B. Henning 1880, Merchant und Ubelaker 1977 und Sundick 1978.

Um das 16. Lebensjahr erscheinen weitere Verknöcherungsherde im Bereich der Crista iliaca, der Symphysenfläche, des Tuber ischiadicum und der Spina ischiadica. Sie verschmelzen erst nach dem 20. Lebensjahr. Auch am Becken setzt die Verknöcherung bei weiblichen Individuen eher ein. Bei 14jährigen Mädchen liegen doppelt so häufig Verknöcherungszeichen wie bei gleichaltrigen Knaben vor (Lurie 1943, Güvener et al. 1984). Dabei entwickelt sich die Apophyse des Darmbeinkammes von anterolateral nach posteromedial fort (Risser 1958). Risser – Stadium 1 bedeutet den Beginn der Verknöcherung der Crista iliaca, Risser 2 und 3 die nach posterior fortschreitende Ossifikation, Risser 4 die vollständige Verknöcherung der Crista iliaca, die aber noch durch Knorpel vom Corpus iliaca getrennt ist, Risser 5 die vollständige Vereinigung mit dem Corpus. Scoles et al. (1988) fanden eine hohe Korrelation ($R\ 0,9$) zwischen chronologischem Alter und Skelettalter (Greulich und Pyle 1959) für jedes Risser – Stadium und Geschlecht (vgl. Tab. 10) und sehen in diesem Zusammenhang eine Möglichkeit zur Schätzung des Skelettalters.

Tab. 10: Beziehung zwischen Risser – Stadium und chronologischem bzw. Skelettalter (aus Scoles 1988)

Risser - Stadium	Jungen		Mädchen	
	Chronologisches Alter	Skelettalter ¹	Chronologisches Alter	Skelettalter ¹
1	15,2	14,7	13,8	13,8
2	15,11	15,7	14,3	14,6
3	16,3	16,2	14,7	15,2
4	16,11	17,0	16,0	16,2
5	18	18,6	16,11	18,1

¹ Skelettalter nach Greulich und Pyle (1959, Mittelwerte)

Die vollständige Anlage der Crista iliaca dauert beim weiblichen Individuum nach Scoles et al. (1988) 28 Monate, beim männlichen 21 Monate. Die Verschmelzung mit dem Os ilium findet spät in der Adoleszenz statt (vgl. Tab. 4). Die komplette Fusion zwischen Apophyse und Beckenknochen setzt bei Mädchen mit 18 bis 20 Jahren ein, bei Jungen zwischen 21 und 23 Jahren (Güvener et al. 1984).

4 Material und Methode

4.1 Material

Die Grundlage der vorliegenden Arbeit stellen archäologisch geborgene Skelette des mittelalterlichen Gräberfeldes von Dresden – Briesnitz dar. Für die vorliegenden Untersuchung standen in vollständiger oder fragmentierter Form die großen Langknochen - Humerus, Radius, Ulna, Femur, Tibia, Fibula und die Beckenknochen - Os ilium, Os pubis und Os ischii zur Verfügung. Das Material (vgl. Tabelle 11) stammt von insgesamt 269 subadulten Individuen im Alter von 0 bis unter 20 Jahren.

Tab. 11: Anzahl der untersuchten Lang- und Beckenknochen

	Humerus	Radius	Ulna	Femur	Tibia	Fibula	Os ilium	Os pubis	Os ischii
Individuen	114	84	67	133	93	60	71	26	43
rechte	77	53	46	87	65	45	49	21	34
linke	63	51	44	89	65	40	52	18	34
Einzelknochen	140	104	90	176	130	85	101	39	68

Das folgende Diagramm (Abb. 2) zeigt die Anzahl der Individuen mit dem entsprechenden Skelettabschnitt bezogen auf die gesamte Individuenzahl (n=269) in Prozent.

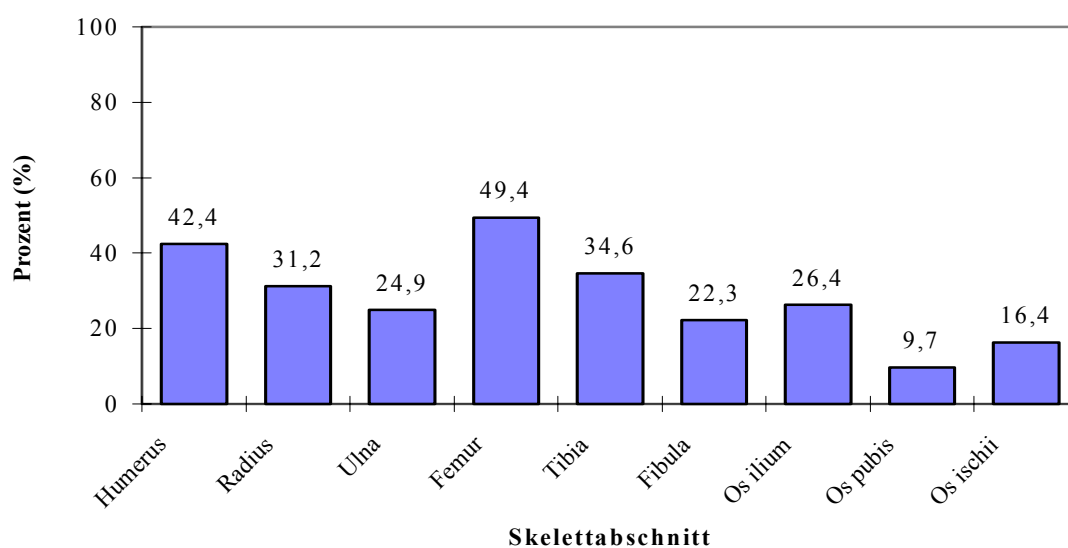


Abb. 2: Vorliegen der Skelettabschnitte (%) bezogen auf die Gesamtindividuenzahl (n=269)

4.2 Methode

4.2.1 Erstellen der Meßprogramme

Für jeden Skelettabschnitt wurden Maße zu einem Meßprogramm zusammengestellt. Die Grundlage stellten Maße von Martin und Saller (1957) dar, die durch selbst erarbeitete Maße ergänzt wurden. Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde jedes Maß nach folgenden Kriterien definiert: Maßbezeichnung, Meßpunkte, Wahl des Meßgerätes, Vorgehensweise. Ergänzend wurde jedes Maß in einer Zeichnung veranschaulicht. Alle verwendeten Maße sind in den Tabellen 13 bis 21 aufgeführt und kurz erklärt. Bei der Literaturrecherche zeigte sich, daß ein Teil der Maße schon von anderen Untersuchern (Gieseler 1927, Knußmann 1967, Fazekas und Kósa 1978, Sundick 1978, Weaver 1980, Schutkowski 1990 und Bräuer 1988) verwendet wurde. Wurde ein Maß von einem anderen Autor beschrieben, so wird in den o.g. Tabellen lediglich auf die entsprechende Arbeit hingewiesen.

Im einzelnen wurden am Humerus und seinen Epiphysen 41 Maße untersucht. Das Meßprogramm des Radius beinhaltet 31 Maße, an der Ulna wurden 23, am Femur 64, an der Tibia 39 und an der Fibula 27 Maße zusammengestellt. Am Becken wurden am Os ilium 25 Maße, am Os pubis 20 Maße und am Os ischii 22 Maße untersucht.

Für jeden Skelettabschnitt wurde ein Aufnahmeblatt entworfen, in das die ermittelten Meßwerte eingetragen wurden.

Diese Arbeit umfaßt neun verschiedenen Skelettbereiche, an denen 292 verschiedene Maße angewendet wurden. Insgesamt wurden 13729 Messungen durchgeführt. In Tabelle 12 ist die Anzahl der durchgeführten Messungen je Skelettabschnitt dargestellt.

Tabelle 12: Anzahl der Messungen an Lang- und Beckenknochen

Humerus	Radius	Ulna	Femur	Tibia	Fibula	Os ilium	Os pubis	Os ischii
1517	1341	1015	3627	2108	995	1582	535	1009

4.2.2 Meßvorgang und Dokumentation

Im ersten Schritt erfolgte die Identifizierung der einzelnen Skelettfunde nach Knochentyp und Körperseite. Anschließend wurden die Messungen für die genannten Skelettabschnitte nach den erarbeiteten Meßvorschriften durchgeführt. Messungen mit Hilfe des Knochenmeßbrettes wurden mit einer Genauigkeit von 0,5 mm angegeben, Messungen mit Hilfe von Zirkeln wurden entsprechend der Skalierung auf 0,1 mm genau angegeben. Die technisch mögliche Meßgenauigkeit stand dabei jedoch häufig im Widerspruch zum Erhaltungszustand des Materials.

Tab. 13: Auflistung der verwendeten Maße am **Humerus**, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor (siehe Legende) beschrieben wurde

Maß	Bezeichnung und Beschreibung
1	Größte Länge ²
2	Ganze Länge ²
3	Obere Epiphysenbreite ²
4	Untere Epiphysenbreite (Epicondylenbreite) ²
H3/4	Caput - Fossa olecrani - Abstand: Entfernung zwischen dem distalsten und gleichzeitig medialen Punkt des proximalen Diaphysenrandes zum proximalsten Punkt des Randes der Fossa olecrani – parallel zur Schaftachse
H3/4z1	Größte Diaphysenlänge ⁴
3z1	Größter Breitendurchmesser der proximalen Diaphyse ⁵
3z2	Größter sagittaler Durchmesser der proximalen Diaphyse ⁷
3z3	Querdurchmesser der proximalen Diaphyse im Caputbereich: größte sagittale Ausdehnung des proximalen Diaphysenendes, wo das Caput ansetzt
4z1	Größter Breitendurchmesser der distalen Diaphyse ⁴
4z2	Größter sagittaler Durchmesser der distalen Diaphyse: größter Abstand zwischen vorderem Rand des distalen Diaphysenendes und einer Geraden, die der dorsalen Metaphyse anliegt
5	Größter Durchmesser der Mitte ²
5z	Größter Durchmesser des kleinsten Umfanges
5z1	Größter Durchmesser in der Mitte der Diaphyse: die Mitte der Diaphyse ergibt sich durch Halbieren der Meßstrecke des Maßes H3/4z1
6	Kleinsten Durchmesser der Mitte ²
6z	Kleinsten Durchmesser des kleinsten Umfanges
6z1	Kleinsten Durchmesser in der Mitte der Diaphyse ⁷
7	Kleinsten Umfang der Diaphyse ²
7z	Abstand des kleinsten Umfanges zur Mitte: wie 5z1
7a	Umfang der Mitte ²
7az	Umfang in der Mitte der Diaphyse: wie 5z1
12z1	Größte Länge des Epiphysenfläche des Epic. medialis an der Diaphyse
12z2	Breite des Epiphysenfläche des Epic. medialis an der Diaphyse: senkrecht zum Maß 12z1
14	Breite der Fossa olecrani ²
15	Tiefe der Fossa olecrani ²
4a	Größte Epicondylenbreite ²
13	Tiefe der Trochlea ²
11	Breite der Trochlea ²
11a	Trochlea – Breite ³
12	Breite des Capitulum ²
12a	Breite von Trochlea und Capitulum ¹
12b	Größte Breite des Capitulum ¹
12c	Höhe des Capitulum ¹
8	Umfang des Caput ¹
8z	Dicke des Caput: Abstand von der Gelenkfläche des Caput zum Mittelpunkt der rauhen Epiphysenfläche
9	Größter transversaler Durchmesser des Caput ²
9a	Breitendurchmesser des Caput ³
9b	Breitenbogen des Caput ³
10	Größter sagittaler Durchmesser des Caput ²
10a	Höhentiefendurchmesser des Caput ³
10b	Höhentiefenbogen des Caput ³

¹ beschrieben von Gieseler (1927)

² beschrieben von Martin und Saller (1957)

- ³ beschrieben von Knußmann (1967)
⁴ beschrieben von Fazekas und Kósa (1978)
⁵ beschrieben von Sundick (1978)
⁶ beschrieben von Bräuer (1990)
⁷ beschrieben von Schutkowski (1990)

Die Legende der Tabelle 13 gilt in gleicher Weise für die Tabellen 14 bis 21.

Tab. 14: Auflistung der verwendeten Maße am **Radius**, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde

Maß	Bezeichnung und Beschreibung
1	Größte Länge ²
1z	Diaphysenlänge ⁴
2	Funktionelle Länge ²
2z	Diaphysenachsenlänge: Abstand zwischen proximaler und distaler Diaphysenfläche in der Schaftachse
2z1	Proximale Diaphysenbreite ⁷
2z2	Größter proximaler Diaphysendurchmesser
2z3	Kleinster proximaler Diaphysendurchmesser
2z4	Proximale Diaphysentiefe ⁷
2z5	Proximaler Diaphysenumfang: Umfang des Randes der proximalen Diaphyse
2z6	Distale Diaphysenbreite ⁷
2z7	Distale Diaphysentiefe ⁷
3	Kleinster Umfang ²
3z1	Kleinster Durchmesser in Höhe kleinster Umfang
3z2	Größter Durchmesser in Höhe kleinster Umfang
3z3	Kleinster Durchmesser in der Mitte der Diaphyse: die Mitte der Diaphyse ergibt sich durch Halbieren der Meßstrecke des Maßes 1z1 ⁷
3z4	Abstand Margo interosseus - Facies lateralis: in der Mitte der Diaphyse
3z5	Umfang in der Mitte der Diaphyse
3z6	Kleinster oberer Schaftdurchmesser: kleinster Durchmesser der Diaphyse zwischen Tuberositas radii und proximalem Diaphysenende
3z7	Größter oberer Schaftdurchmesser: größter Durchmesser der Diaphyse zwischen Tuberositas radii und proximalem Diaphysenende
4	Transversaler Durchmesser des Schaftes ²
4a	Transversaler Durchmesser der Schaftmitte ¹
5	Sagittaler Durchmesser des Schaftes ²
5a	Sagittaler Durchmesser der Schaftmitte ¹
5(5)	Umfang der Schaftmitte ²
4b	Breite der Facies articularis carpea ³
4(1)	Transversaler Durchmesser des Caput ²
5(1)	Sagittaler Durchmesser des Caput ²
5(3)	Umfang des Caput ²
5(3)a	Größte Dicke des Caput: größter Abstand des Randes der Gelenkfläche des Caput vom gegenüberliegenden unteren Rand
5(6)	Untere Epiphysenbreite ²
5(6)z1	Untere Epiphysentiefe: größte Ausdehnung der distalen Epiphyse senkrecht zum Maß 5(6) gemessen

Legende vgl. Tab. 13

Tab. 15: Auflistung der verwendeten Maße an der **Ulna**, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde

Maß	Bezeichnung und Beschreibung
1	Größte Länge ²
1z	Diaphysenlänge ⁴
2z	Funktionelle Diaphysenlänge: Entfernung zwischen dem tiefsten Punkt des Processus coronoideus und dem tiefsten Punkt des distalen Diaphysenendes
3	Kleinster Umfang ²
3z1	Größter Durchmesser am kleinsten Umfang
3z2	Kleinster Durchmesser am kleinsten Umfang
11	Dorso-volarer Durchmesser ²
12	Transversaler Durchmesser ²
13	Oberer transversaler Durchmesser der Ulna ²
6	Breite des Olecranon ²
6(1)	Obere Ulnabreite ²
6z1	Olecranonbreite ⁷
7	Tiefe des Olecranon ²
7b	Anterio-posteriorer Durchmesser des Olecranon ⁶
7d	Coronoidhöhe ⁶
8	Höhe des Olecranon ²
8z1	Olecranonhöhe der Diaphyse: vom Scheitelpunkt des Winkels, den die Gelenkfläche bildet, zum entferntesten Punkt der Apophysenfläche des Olecranon
8z2	Dorsovolarer Durchmesser des Coronoids: vom Scheitelpunkt des Winkels, den die Gelenkfläche bildet, zum entferntesten Punkt des Processus coronoideus
8z3	Olecranonspitze - Processus coronoideus
11z	Größter Durchmesser des distalen Diaphysenendes ⁷
12z	Kleinster Durchmesser des distalen Diaphysenendes ⁷
18	Dicke der distalen Epiphyse am Processus styloideus: von der Spitze des Processus styloideus zum Rand der Epiphysenfläche
19	Dicke der distalen Epiphyse gegenüber des Processus styloideus

Legende vgl. Tab. 13

Tab. 16: Auflistung der verwendeten Maße am **Femur**, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde

Maß	Bezeichnung und Beschreibung
1	Größte Länge ²
1z1	Größte Diaphysenlänge ⁴
1z2	Größter Durchmesser in der Mitte von 1z1
1z3	Kleinster Durchmesser in der Mitte von 1z1 ⁷
1z4	Transversaler Durchmesser in der Mitte von 1z1: Durchmesser in der Frontalebene
1z5	Sagittaler Durchmesser in der Mitte von 1z1: Durchmesser in der Sagittalebene
1z6	Umfang in der Mitte von 1z1
2	Ganze Länge in "natürlicher Stellung" ²
2zx	Ganze Diaphysenlänge: Abstand des höchsten Punktes der proximalen Diaphyse von einer Ebene, die der distalen Diaphyse anliegt
2z	Collo - intercondyläre Länge: kürzester Abstand zwischen Collum (proximale Fläche) und distaler Einsenkung der Facies patellaris
2z1	Collo – Diaphysenlänge: kürzester Abstand von Collum (proximale Fläche) zur Einsenkung am vorderen Rand des distalen Diaphysenendes
3	Größte Trochanterlänge ²

3a	Trochanter - Condylus lateralis – Länge ⁶
3b	Höhe des Trochanter major : parallel zur Femurachse gemessener Abstand vom proximalsten zum distalsten Punkt des Trochanter major (die Apophyse befindet sich dabei an der Femurdiaphyse)
4	Trochanterlänge in "natürlicher Stellung" ²
4a	Trochanterentfernung ²
4b	Caput - Trochanteren – Entfernung ²
5	Diaphysenlänge ²
5a	Schaftlänge ²
5z1	Breite der Diaphysenfläche, wo das Caput femoris ansetzt: in der Frontalebene
5z2	Tiefe der unter 5z1 genannten Diaphysenfläche ⁷
5z3	Umfang der unter 5z1 genannten Fläche
5z4	Größte Breite der Apophysenfläche am Trochanter major: größte Ausdehnung der Diaphysenfläche, wo der Trochanter major ansetzt in der Frontalebene
5z5	Tiefe der unter 5z4 genannten Fläche: senkrecht zu 5z4 gemessener Abstand vom vorderen zum hinteren Rand dieser Diaphysenfläche
6	Sagittaler Durchmesser der Diaphysenmitte ²
7	Transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte ²
8	Umfang der Diaphysenmitte ²
9	Oberer transversaler Diaphysendurchmesser ²
10	Oberer sagittaler Diaphysendurchmesser ²
10z	Größte Breite der proximalen Diaphyse ⁷
13	Obere Breite ²
13a	Obere projektivische Breite ²
14	Vordere Collum- und Caputlänge ²
14c	Collumlänge ²
15	Vertikaler Durchmesser des Collum ²
16	Sagittaler Durchmesser des Collum ²
17	Umfang des Collum ²
18	Vertikaler Durchmesser des Caput ²
19	Transversaler Durchmesser des Caput ²
19z	Dicke des Caput: Entfernung des Mittelpunktes der Gelenkfläche zur rauhen Apophysenfläche
20	Umfang des Caput ²
21	Epicondylenbreite ²
21z1	Kleinste Dicke der distalen Diaphyse: kleinste Entfernung der distalen Diaphyse in der Sagittalebene
21z2	Größte Dicke der distalen Diaphyse ⁷
21z3	Breite der distalen Diaphyse ^{4/5}
Z13	Größte distale Epiphysenbreite: Abstand des am weitesten nach medial von dem am weitesten nach lateral vorspringenden Punkt an der distalen Epiphyse
21c	Hintere Breite des Condylus medialis ²
21d	Breite der Fossa intercondylaris ²
21e	Hintere Breite des Condylus lateralis ²
22	Dicke des Condylus lateralis ²
22z1	Höhe des lateralen Condylus: größte craniocaudale Ausdehnung des lateralen Condylus
22z2	Höhe des medialen Condylus: größte craniocaudale Ausdehnung des medialen Condylus
22z3	Mediale Höhe der distalen Epiphyse: craniocaudale Ausdehnung in der Mitte der Epiphyse
24b	Dicke des Condylus medialis ²
24c	Tiefendurchmesser der distalen Epiphyse: Abstand der Facies patellaris zur Fossa intercondylaris
29	Halsschaftwinkel ²
30	Condylus – Diaphysenwinkel ²
Z4	Kleinster transversaler Durchmesser der Femurdiaphyse: in der Frontalebene
Z6	Größte Länge des Condylus lateralis: anterioposteriörer Durchmesser des Condylus lateralis

Z6/1	Größte Länge des Condylus medialis: anterioposteriorer Durchmesser des Condylus medialis
Z7	Breite des Trochanter major: anterioposteriorer Durchmesser des Trochanter major
Z10	Sagittaler Durchmesser im Niveau des Foramen nutricum
Z11	Umfang der Diaphyse im Niveau des Foramen nutricum
Z12	Kleinster Umfang der Diaphyse

Legende vgl. Tab. 13

Tab. 17: Auflistung der verwendeten Maße an der **Tibia**, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde

Maß	Bezeichnung und Beschreibung
1	Ganze Länge ¹
1a	Größte Länge ⁶
1b	Länge ¹
1z1	Größte Diaphysenlänge ⁴
1z2	Diaphysenlänge anterior: Entfernung vom proximalsten Punkt der Tuberositas tibiae zum distalen Vorderrand der Diaphyse
1z3	Größter Durchmesser der Diaphysenmitte: die Mitte der Diaphyse ergibt sich durch Halbieren der Meßstrecke des Maßes 1z1
1z4	Kleinster Durchmesser der Diaphysenmitte ⁷
1z5	Transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte: in der Frontalebene, analog Maß 1z3
1z6	Sagittaler Durchmesser der Diaphysenmitte: in der Sagittalebene, analog Maß 1z3
1z7	Umfang der Diaphysenmitte: analog Maß 1z3
4	Größter sagittaler Durchmesser der Tibia im Niveau der Tuberositas ²
5	Kleinster transversaler Durchmesser der Tibia im Niveau der Tuberositas ²
5z1	Breitendurchmesser der proximalen Diaphyse ⁵
5z2	Querdurchmesser der proximalen Diaphyse ⁷
5z3	Breitendurchmesser der distalen Diaphyse ⁵
5z4	Querdurchmesser der distalen Diaphyse ⁷
8	Größter Durchmesser der Mitte ²
8z	Sagittaler Durchmesser der Mitte: Entfernung des Margo anterior von der Facies posterior in der Mitte von 1z1 (analog Maß 1z3)
9	Transversaler Durchmesser der Mitte ²
10	Umfang der Diaphyse ²
8a	Sagittaler Durchmesser im Niveau des Foramen nutricum ²
8a/z	Sagittaler Durchmesser im Niveau des Foramen nutricum
9a	Transversaler Durchmesser in Höhe des F. nutricum ²
10a	Umfang der Diaphyse in Höhe des F. nutricum ²
10b	Kleinster Umfang der Diaphyse ²
10z	Kleinster Durchmesser der Diaphyse
3	Größte proximale Epiphysenbreite ²
3z	Größter Querdurchmesser der proximalen Epiphyse: größter anterioposteriorer Durchmesser der proximalen Epiphyse in der Sagittalebene
3a	Breite der oberen medialen Gelenkfläche ²
3b	Breite der oberen lateralen Gelenkfläche ²
4a	Tiefe der oberen medialen Gelenkfläche ²
4b	Tiefe der oberen lateralen Gelenkfläche ²
4z1	Dicke der proximalen Epiphyse zwischen den Areae intercondylares: Abstand der Vertiefung zwischen den Areae intercondylares von der rauhen Epiphysenfläche
4z2	Dicke des Condylus lateralis: Abstand zwischen Gelenkfläche und rauher Epiphysenfläche am lateralen Rand des Condylus lateralis
4z3	Dicke des Condylus medialis: Abstand zwischen Gelenkfläche und rauher Epiphysenfläche am medialen Rand des Condylus medialis

6	Größte distale Epiphysenbreite ²
7	Sagittaler Durchmesser der unteren Epiphyse ²
7z1	Laterale Dicke der distalen Epiphyse: Dicke der distalen Epiphyse an der Incisura fibularis
7z2	Mediale Dicke der distalen Epiphyse: Dicke der distalen Epiphyse am Malleolus medialis

Legende vgl. Tab. 13

Tab. 18: Auflistung der verwendeten Maße an der **Fibula**, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde

Maß	Bezeichnung und Beschreibung
1	Größte Länge ²
1z2	Mediale Diaphysenlänge: Entfernung zwischen proximalen und distalen Diaphysenrand an der medialen Seite der Fibula
1z3	Größter Durchmesser in der Mitte der Diaphyse: die Mitte der Diaphyse ergibt sich durch Halbieren der Diaphysenlänge Maß 1z9
1z4	Kleinster Durchmesser in der Mitte der Diaphyse
1z5	Breite der Facies lateralis in der Mitte der Diaphyse
1z6	Breite der Facies medialis in der Mitte der Diaphyse
1z7	Breite der Facies posterior in der Mitte der Diaphyse
1z8	Umfang in der Mitte der Diaphyse
1z9	Diaphysenlänge ⁴
1z10	Kleinster oberer Umfang der Diaphyse: zwischen proximalem Ende und Diaphysenmitte
1z11	Größter Durchmesser in Höhe des kleinsten oberen Umfanges: im Niveau des Maßes 1z10
1z12	Kleinster Durchmesser in Höhe des kleinsten oberen Umfanges: analog Maß 1z11
1z13	Kleinster unterer Umfang der Diaphyse: im Niveau des distalsten Punktes des Margo anterior, an dem sich dieser aufzweigt und nach medial eine dreieckige Fläche bildet
1z14	Größter Durchmesser in Höhe des kleinsten unteren Umfanges: im Niveau des Maßes 1z13
1z15	Kleinster Durchmesser in Höhe des kleinsten unteren Umfanges: analog Maß 1z14
1z16	Breitendurchmesser des proximalen Diaphysenendes: in der Frontalebene
1z17	Querdurchmesser des proximalen Diaphysenendes: in der Sagittalebene
1z18	Breitendurchmesser des distalen Diaphysenendes: in der Frontalebene
1z19	Querdurchmesser des distalen Diaphysenendes: in der Sagittalebene
3(1)	Transversaler Durchmesser der Schaftmitte ²
3(2)	Sagittaler Durchmesser der Schaftmitte ²
4(1)z2	Breitendurchmesser des Caput fibulae: in der Frontalebene
4(1)z3	Querdurchmesser des Caput fibulae: in der Sagittalebene
4(1)z6	Höhe der proximalen Epiphyse: Abstand zwischen dem höchsten Punkt der Gelenkfläche des Caput fibulae und der gegenüberliegenden rauhen Epiphysenfläche
4(2)z2	Breitendurchmesser der distalen Epiphysenfläche: in der Frontalebene
4(2)z3	Querdurchmesser der distalen Epiphysenfläche: in der Sagittalebene
4(2)z6	Höhe der distalen Epiphyse: Abstand zwischen distaler Spitze der Epiphyse und dem medialen Rand der rauhen Epiphysenfläche

Legende vgl. Tab. 13

Tab. 19: Auflistung der verwendeten Maße am **Os ilium**, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde

Maß	Bezeichnung und Beschreibung
1zc	Bogenlänge der Christa iliaca entlang der Mitte der Apophysenfläche: von der Spina iliaca anterior superior zur Spina iliaca posterior superior
9a	Darmbeinlänge ⁶
10z3	Einfache Länge der Linea arcuata im Bereich des Os ilium: Gradlinige Entfernung vom distalsten Punkt der sacralen Fläche entlang der Linea arcuata bis zu ihrem distalsten Punkt an der Y –Fuge des Os ilium
11	Tiefe der Fossa iliaca ²
11a	p-a-Wölbung der Fossa iliaca ²
12z	Darmbeinbreite (ohne Apophyse) ⁴
13z	Breite der Darmbeinschaukel (ohne Apophysen): gradlinige Entfernung der Spina iliaca anterior superior von dem Punkt, an welchem die Linea arcuata auf die Facies articularis trifft - bei Fehlen der Apophysen
13az	Breite der Fossa iliaca (ohne Apophyse): Kürzeste Entfernung der Spina iliaca anterior superior von der sacralen Fläche – bei Fehlen der Apophysen
15(1)	Höhe der Incisura ischiadica major ²
31z	Weite der Incisura ischiadica major ⁷
32z	Tiefe der Incisura ischiadica major ⁷
Z2	Höhe der "sacralen Fläche" "(beinhaltet Facies auricularis und Tuberositas iliaca): Geradlinige Entfernung des tiefsten Punktes der Facies auricularis entlang des vorderen Randes der Facies vom medialen Rand der Crista iliaca
Z3b	Kurze Breite der Darmbeinschaukel (ohne Apophysen): Kürzeste Entfernung zwischen Spina iliaca anterior superior und der Incisura ischiadica major
Z4a	Darmbeinhöhe: Entfernung zwischen dem Mittelpunkt der rauen Fläche, die das Acetabulum bildet vom Scheitelpunkt der Crista iliaca
Z4b	Darmbeinhöhe (2) ⁴
Z5a	Durchmesser des "Acetabulum": Größter Durchmesser der Fläche am Os ilium, die mit den übrigen Beckenknochen zum Acetabulum verschmilzt
Z5b	Zweiter Durchmesser des "Acetabulum": senkrecht zum Maß Z5a ermittelter Durchmesser
Z6	Schräge Darmbeinhöhe ⁸ : Abstand der Crista iliaca zu einer gedachten Linie, die Spina iliaca posterior inferior und dorsalen Acetabulumrand verbindet
Z7	Weite des Darmbeines ⁸
Z8	Breite der "sacralen Fläche": Größter Durchmesser der Facies auricularis, ausgehend vom caudalsten Punkt dieser Fläche
Z9	Dicke des Corpus ossis ilii
Z10	Größte hintere Dicke des Darmbeinkammes: größte Dicke der dorsalen Crista iliaca
Z11	Größte vordere Dicke des Darmbeinkammes: größte Dicke der anterioren Crista iliaca
Z12	Kleinste mittlere Dicke des Darmbeinkammes

Legende vgl. Tab. 13

⁸ beschrieben von Weaver (1980)

Tab. 20: Auflistung der verwendeten Maße am **Os pubis**, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde

Maß	Bezeichnung und Beschreibung
1	Größte Breite der Facies symphysialis: Abstand des Vorderrandes zum Hinterrand der Symphyse an der Stelle der größten Breite
2	Größte Länge der Facies symphysialis: direkte Entfernung des höchsten zum tiefsten Punkt der Facies symphysialis
3	Breite des Ramus superior an dessen dünnster Stelle: kürzeste Entfernung von ventraler zu dorsaler Fläche am Ramus superior
4	Breite des Ramus inferior an der dünnsten Stelle: analog Maß 3
4z	Höhe des Ramus inferior an der dicksten Stelle: craniocaudaler Durchmesser
5	Höhe des Ramus inferior unterhalb der Facies symphysialis: craniocaudaler Durchmesser unmittelbar unterhalb der Facies symphysialis
6	Facies symphysialis - Foramen pubicum: Entfernung des tiefsten Punktes der Facies symphysialis zum höchsten Punkt des Tuberculum pubicum
7	Facies symphysialis - Foramen obturatum: Entfernung des dorsalen Randes der Facies symphysialis zum medialen Rand des Foramen obturatum
8	Angulus subpubicus: spitzer Winkel, den die Facies symphysialis mit einer Tangente bildet, die dem caudalen Rand des Ramus inferior anliegt
9	Winkel zwischen Facies symphysialis und oberstem Punkt des Foramen obturatum: - Winkel zwischen Facies symphysialis und einer Strecke, die den obersten Punkt des Foramen obturatum mit dem caudalsten Punkt der Facies symphysialis verbindet
Z1	Länge des Ramus superior ossis pubis: vom höchsten Punkt der Facies symphysialis zum höchsten Punkt des Corpus ossis pubis (an der acetabulumbildenden Fläche)
Z2	Obere Symphyse - Foramen obturatum: Abstand vom höchsten Punkt der Symphyse zum Foramen obturatum
Z3	Facies symphysialis - Corpus ossis pubis: Entfernung vom Mittelpunkt der Symphysenfläche zum Mittelpunkt der rauhen acetabulumbildenden Fläche des Corpus
Z4	Umfang des Ramus superior ossis pubis: kleinster Umfang
Z5	Größte Breite des Corpus ossis pubis: größter Durchmesser der acetabulumbildenden Fläche
Z6	Breite des Corpus ossis pubis senkrecht zu Z5
17a	Pubislänge ⁶
Z7	Ganze Höhe: Abstand einer Tangente, die dem caudalen Rand des Ramus inferior anliegt vom höchsten Punkt des Corpus ossis pubis
Z8	Ganze Breite: im rechten Winkel zu Maß 7 gemessene Ausdehnung von der Facies symphysialis zum Ende des Ramus inferior
Z9	Bogenlänge der Linea arcuata im Bereich des Os pubis

Legende vgl. Tab. 13

Tab. 21: Auflistung der verwendeten Maße am **Os ischii**, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde

Maß	Bezeichnung und Beschreibung
Z 1	Maximale Höhe des Os ischii: im rechten Winkel der unter Maß Z2 genannten Geraden gemessene craniocaudale Ausdehnung
Z 2	Maximale Breite des Os ischii: Abstand einer Geraden, die dorsal das Os ischii begrenzt, vom ventralsten Punkt des Corpus ossis ischii
Z 3	Größte Länge: Entfernung vom hinteren oberen Rand der acetabulumbildenden Fläche zum Endpunkt des Ramus ossis ischii
Z 4	Breite des Corpus ossis ischii: größter dorsoventraler Durchmesser der rauhen Fugenfläche
14(1)	Hintere Sitzbeinbreite ²

15	Sitzbeinhöhe ²
15a	Sitzbeinlänge ⁶
16	Sitzbeinlänge (Sitzhöhe) ²
Z 5	Länge von Tuber und Ramus ossis ischii: Entfernung vom obersten Punkt des Tuber ischiadicum zum Ende des Ramus inferior
Z 6a	Breite des Tuber ossis ischii: größte mediolaterale Breite
Z 7	Mediale Tiefe des Ramus ossis ischii: anterioposteriore Ausdehnung des Ramus ossis ischii an der Stelle des breitesten Tuber, mediale Fläche
Z 8	Laterale Tiefe des Ramus ossis ischii: analog Maß Z7, laterale Fläche
Z 9	Breite des Ramus ossis ischii unterhalb des Tuber: Abstand des untersten Punktes der Apophysenrauigkeit zum Foramen obturatum
Z 10	Dicke des Ramus ossis ischii unterhalb des Tuber: Dicke des Ramus an der unter Maß Z9 festgelegten Stelle
Z 11	Incisura ischiadica minor - Foramen obturatum: kürzeste Entfernung
Z 13	Spina ischiadica - Foramen obturatum: kürzeste Entfernung
Z 14	Spina ischiadica - Tuber ischiadicum: von der Spitze der Spina zum cranialsten Punkt der Apophysenfläche
Z 17	Zweiter Durchmesser des "Acetabulum": mediolateraler Durchmesser der acetabulum-bildenden Fläche
Z 18	Vordere Länge des "Acetabulum": die rauhe Fugenfläche hat in ihrer dorsoventralen Achse einen prominenten (höchsten) Punkt - Abstand dieses Punktes zur ventralen Begrenzung der Fugenfläche
Z 19	Hintere Länge des "Acetabulum": Abstand des prominenten Punktes (Maß Z18) zur dorsalen Begrenzung der Fugenfläche
Z 21	Vordere Dicke der Fugenfläche: im ventralen Drittel
Z 22	Dicke der Fossa acetabuli: in der Mitte der auf das Os ischii begrenzten Fossa

Legende vgl. Tab. 13

Bei der Dokumentation des Meßergebnisses wurde zwischen „genauem Meßwert“ (Meßpunkte vollständig erhalten), „ungenauem Meßwert“ (leicht beschädigter Knochen mit einer vermuteten Ungenauigkeit der Meßpunkte von 1-3 mm) und Mindestwert unterschieden. Die Dokumentation erfolgte in dem o.g. Aufnahmeblatt.

Nach Abschluß der Datenaufnahme erfolgte die Berechnung der Mittelwerte (vgl. Abschnitt 4.3). Weiterhin wurde der Rechts – Links – Unterschied an der größten Diaphysenlänge und an relevanten Maßen der Beckenknochen untersucht und sein Einfluß auf die Altersschätzung festgestellt.

4.2.3 Altersschätzung an vollständig erhaltenen Diaphysen

Die Sterbealterschätzung an vollständig erhaltenen Diaphysen erfolgte nach Empfehlungen von Ferembach et al. (1979) nach Untersuchungsergebnissen von Stloukal und Hanáková (1978) anhand der größten Diaphysenlänge. Dazu wurden aus den von Stloukal und Hanáková (1978) vorgegebenen Daten für die größte Diaphysenlänge Referenzkurven gebildet (Abb. 3 und 4). Es handelt sich dabei um die von den Autoren angegebenen Mittelwerte.

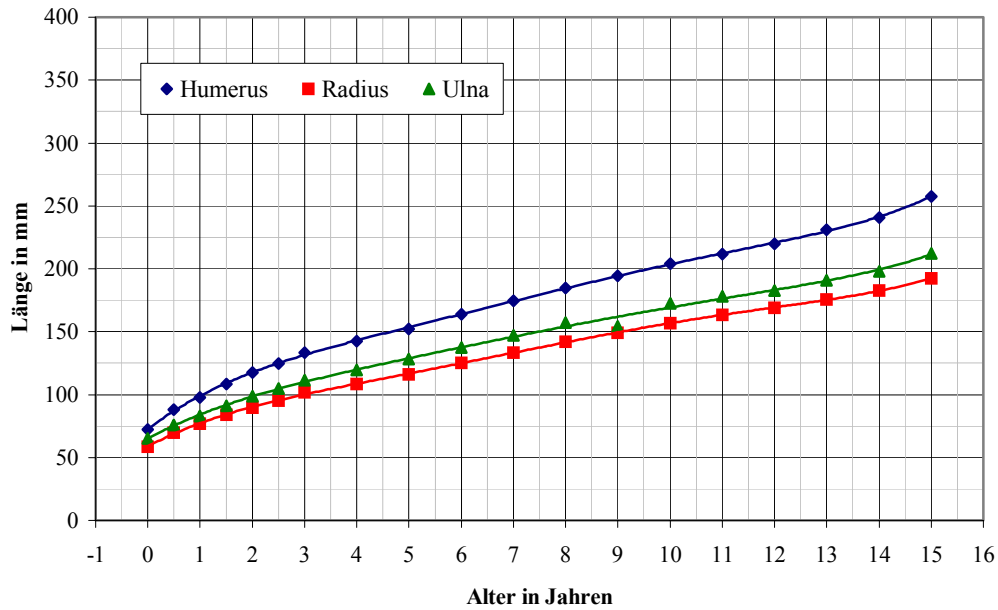


Abb. 3: Referenzkurven der oberen Extremität nach Stloukal und Hanáková (1978)

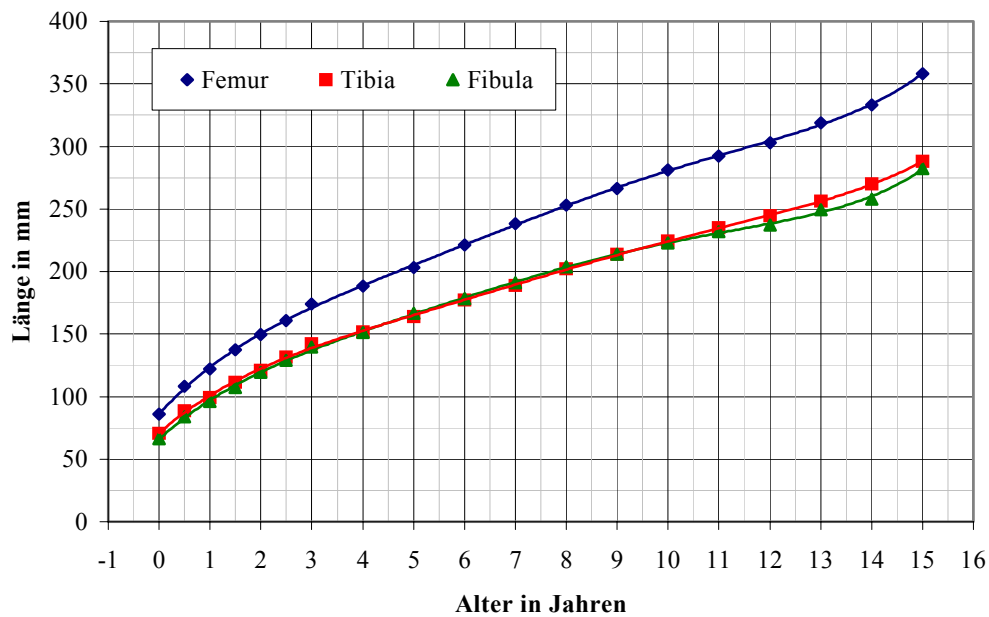


Abb. 4: Referenzkurven der unteren Extremität nach Stloukal und Hanáková (1978)

Anhand dieser Referenzkurven konnte das Alter der Individuen mit vollständig erhaltenen Diaphysen geschätzt werden. Zur Identifizierung der über 14jährigen Individuen wurden die Individuen, deren Diaphysen ein Sterbealter von etwa 14 Jahren oder älter zugeordnet wurde, zusätzlich anhand des Epiphysenschlusses bezüglich ihrer Einordnung überprüft (vgl. Abschnitt 4.2.6).

Die Altersverteilung, die gewonnen wird, wenn nur vollständig erhaltene Diaphysen zur Auswertung kommen, wurde je Knochenabschnitt in einem Säulendiagramm dargestellt. Dazu wurden folgende Altersgruppen gebildet:

ermitteltes Alter	Altersgruppe
0 - 0,49	0
0,5 - 1,49	1
1,5 - 2,49	2
2,5 - 3,49	3 etc.

4.2.4 Altersschätzung anhand von Diaphysenfragmenten

Für die Altersschätzung anhand von leicht beschädigten oder fragmentarisch vorliegenden Langknochen wurden Abschnittsmaße genutzt. Unter Abschnittsmaßen werden weitere Längenmaße (den Schaft betreffend) sowie Durchmesser, Umfänge usw. verstanden.

Die Meßdaten der zahlreichen Abschnittsmaße der unter 4.2.3 altersgeschätzten vollständig erhaltenen Diaphysen stellen die Grundlage für neue Altersschätzkurven (Alters – Meßstrecken - Diagramme) dar. Diese Kurven wurden mit zusätzlichen Individuen noch untermauert, indem zunächst die Altersschätzung anhand weiterer Längenmaße an Individuen mit geringfügig beschädigten Diaphysen erfolgte. Dazu wurde untersucht, wie gut die Längenentwicklung dieser Maße mit der größten Diaphysenlänge korreliert und somit eine gleichberechtigte Nutzung möglich ist. Es wurde deren Korrelationskoeffizient errechnet, die Art der Beziehung graphisch dargestellt und die Regressionsgleichung sowie das Bestimmtheitsmaß angegeben (siehe auch Abschnitt 4.3). Bei Eignung wurden die Meßwerte dieser Längenmaße der unter 4.2.3 geschätzten Individuen in einem Diagramm in Abhängigkeit zum geschätzten Alter dargestellt. Die Punktwolke wurde durch eine Kurve mit optimaler Anpassung einer polynomialen bzw. linearen Funktion, deren Formel (vgl. Abschnitt 4.3) im Diagramm angegeben wurde, ergänzt. Anhand dieser Altersschätzkurven wurden dann die Diaphysen altersgeschätzt, bei denen infolge geringfügiger Beschädigung nicht die größte Diaphysenlänge, jedoch ein gleichwertiges Längenmaß ermittelt werden konnte.

Alle bis hier ermittelten Altersangaben und Abschnittsmeßwerte von Individuen mit vollständiger bzw. geringfügig beschädigter Diaphyse stellen die Basis für die Altersschätzung an Fragmenten dar. Im nächsten Schritt wurden der lineare Zusammenhang zwischen Längenwachstum (größte Diaphysenlänge) und Größenzunahme von Meßstrecken und Umfängen am Fragment an Beispielen dargestellt und die

Korrelationskoeffizienten zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen berechnet. Dann wurden Alters – Meßstrecken – Diagramme erarbeitet und durch Kurven mit guter Anpassung ergänzt.

Auf der Grundlage enger Korrelation bei linearem Zusammenhang, der erarbeiteten Kurven und der Kriterien:

- geringe Streuung,
- hohe absolute Beträge (bei größeren Wachstumsraten wirken sich Meßfehler geringer aus)
- hohe Fallzahl (mit zunehmender Fallzahl werden konstitutionelle Besonderheiten einzelner Individuen ausgeglichen),
- Meßpunkte sind entsprechend der Definition (vgl. Abschnitt 4.2.1.) zuverlässig auffindbar,

erfolgte eine Wichtung in **drei Gruppen**:

1. Abschnittsmaße, die gut zur Altersschätzung geeignet sind,
2. Abschnittsmaße, die eingeschränkt zur Altersschätzung geeignet sind,
3. Abschnittsmaße, die für die Altersschätzung ungeeignet erscheinen.

Anhand dieser Wichtung erfolgte der differenzierte Einsatz von Maßen zur Altersschätzung anhand der Alters – Meßstrecken - Diagramme, wobei folgendermaßen vorgegangen wurde:

- wenn Abschnittsmaße der ersten Gruppe gemessen werden konnten, wurden sie verwendet und der Altersdurchschnitt davon berechnet und angegeben,
- wenn Abschnittsmaße der ersten Gruppe nicht vorlagen, wurden die Maße der Gruppe zwei verwendet und der Altersdurchschnitt ermittelt.
- Maße der dritten Gruppe wurden nicht verwendet.

Im Ergebnis wurde die Altersverteilung mit und ohne Verwendung von Fragmenten in einem Säulendiagramm dargestellt.

4.2.5 Altersschätzung anhand von Beckenknochen

Individuen mit einem oder mehreren erhaltenen Beckenknochen, deren Alter bereits anhand der größten Diaphysenlänge ermittelt wurde, stellten die Datengrundlage für die Altersschätzung anhand der übrigen Beckenknochen dar. Es wurde untersucht, ob die Größenentwicklung des Os iliums bzw. von Teilstrecken am Os ilium mit dem Wachstum von Langknochen korreliert. Die Untersuchung erfolgte anhand der am häufigsten vertretenen Langknochen Humerus, Femur und Tibia und relevanter Maße am Os ilium. Die Wachstumsbeziehung wurde graphisch dargestellt.

Aus den Altersangaben der unter 4.2.3 geschätzten Individuen und deren Meßwerte am Beckenknochen wurden Alters – Meßstrecken – Diagramme erstellt und durch eine Kurve mit guter Anpassung ergänzt. Die Verwendung dieser Diagramme zur Altersschätzung erfolgte nach gleichen Kriterien wie unter 4.2.4.

In jeweils einem Säulendiagramm wurde die Altersverteilung der Individuen mit dem entsprechenden Beckenknochen dargestellt.

4.2.6 Identifizierung von Individuen über 14 Jahre

Die Alterszuordnung von Individuen, die anhand der Referenz- und Altersschätzkurven 14 Jahre oder älter geschätzt wurden, wurde anhand des Epi- und Apophysenschlusses unter Berücksichtigung aller zur Verfügung stehenden Lang- und Beckenknochen überprüft. Es wurden die „Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett“ (Ferembach et al. 1979) verwendet.

4.2.7 Ermittlung des Individualalters und der Altersstruktur des Gräberfeldes

Das Sterbealter eines Individuums resultierte aus den hier erhobenen Altersangaben je Skelettabschnitt. Je nach Erhaltungszustand lagen ein bis maximal neun Altersangaben vor. Lagen mehrere Altersangaben für ein Individuum vor, so wurde die Altersangabe favorisiert, die direkt von einer vollständig erhaltenen Diaphyse abgeleitet wurde. Wenn keine Altersangabe von einer vollständigen Diaphyse, jedoch von einem anderen, gleichwertigen Längenmaß vorlag, resultierte daraus das Individualalter. Lagen nur Altersangaben vor, die aus den übrigen Abschnittsmaßen hervorgingen, ergab sich das Individualalter aus deren Mittelwert.

Bei stark differierenden Altersangaben wurde der Erhaltungszustand der Fragmente und die Zusammengehörigkeit zu einem Individuum überprüft. Es wurde die sicherere Altersangabe favorisiert.

Anhand des für ein Individuum hergeleiteten Durchschnittsalters erfolgte die Zuordnung zur entsprechenden Altersgruppe. Es wurden Altersgruppen entsprechend Abschnitt 4.2.3 gebildet.

4.3 Statistische Berechnungen

Die in den Aufnahmeblättern vorliegenden Rohdaten wurden in ein Excel 97® – file übertragen.

Mittelwertberechnung: Von rechtem und linkem Skelettabschnitt eines Individuums wurden die Mittelwerte berechnet. In die Mittelwertberechnung gingen nur „genaue Meßwerte“ (siehe 4.2.2) ein. Bei nur einseitig vorhandenem Meßwert wurde dieser für die

weitere Auswertung genutzt.

Rechts – links – Unterschied: Bei paarig vorliegenden Knochen wurde für einige wesentliche Maße die Differenz zwischen rechtem und linkem Meßwert berechnet. Es wurde die Anzahl der Individuen ermittelt, bei denen die rechte, die linke oder keine Seite größer ist. Zusätzlich wurde der prozentuale Unterschied (y) bezogen auf den Mittelwert des Maßes berechnet:

$$y (\%) = (\text{Meßwert rechts} - \text{Meßwert links}) \times 100 \times 2 / (\text{Meßwert rechts} + \text{Meßwert links})$$

Korrelationsanalyse: Um festzustellen, in welchem Maße die Längenentwicklung eines anderen Diaphysenlängenmaßes (den Schaft betreffend) mit der Längenentwicklung der größten Diaphysenlänge verknüpft ist, wurden Korrelationsberechnungen mit Hilfe des Statistikprogrammes von Excel 97[®] durchgeführt. Die Wertepaare (größte Diaphysenlänge / anderes Längenmaß) von Diaphysen, die beide Werte liefern, die Regressionsgerade und -gleichung wurden im Koordinatensystem dargestellt. Der Pearsonsche Korrelationskoeffizient wurde ermittelt. Er kann Werte von -1 bis +1 annehmen. Beträgt er +1, so besteht zwischen den untersuchten Merkmalen ein strenger Zusammenhang, beträgt er 0, besteht kein Zusammenhang. Weiterhin wurde für lineare Funktionen das Bestimmtheitsmaß (R^2) berechnet. Das Bestimmtheitsmaß ist der quadrierte Pearsonsche Korrelationskoeffizient und gibt an, welcher Anteil der Variabilität eines Merkmales (anderes Längenmaß) durch die Variabilität eines anderen Merkmales (größte Diaphysenlänge) erklärt werden kann. Das Bestimmtheitsmaß kann Werte von 0 bis 1 annehmen. Beträgt es 1, so liegt eine strenge Abhängigkeit vor (100%).

Bei sehr hoher Korrelation zwischen größter Diaphysenlänge und anderem Längenmaß wurden letztere gleichwertig für die Altersschätzung eingesetzt.

Als ein Hilfsmittel zur Einschätzung, ob ein Abschnittsmaß für die Altersschätzung geeignet ist, wurde der Korrelationskoeffizient zwischen größter Diaphysenlänge und den Abschnittsmaßen ermittelt. Die Korrelationskoeffizienten wurden tabellarisch für die Abschnittsmaße, die der Gruppe 1 (geeignet für die Altersschätzung) zugeteilt wurden, aufgeführt.

Nichtlineare Regression: Die Altersschätzkurven wurden aus den Altersangaben und Abschnittsmeßwerten der nach Referenzkurven von Stloukal und Hanáková (1978) geschätzten Individuen erarbeitet. Der im Diagramm vorliegenden Punktwolke wurde eine Kurve mit guter Anpassung zugefügt (Miles und Bulmann 1994 und 1995, Bärlocher 1999). Regressionskurve und -gleichung lieferten die statistischen Funktionen von Excel 97[®].

5 Ergebnisse

5.1 Altersschätzung anhand eines Skelettabschnittes

5.1.1 Humerus

Anhand des Diagramms, das nach Daten von Stloukal und Hanáková (1978) die Alters – Längen – Beziehung der größten Diaphysenlänge darstellt (vgl. Daten unter 3.2.1 und Diagramme unter 4.2.3.), kann das Sterbealter von den 35 Individuen, bei denen die größte Diaphysenlänge (Maß H3/4z1) vorlag, geschätzt werden. Das entspricht 30,7% der 114 Individuen mit Humerus. Ein weiteres Individuum wird anhand dieses Längenwertes älter als 14 Jahre geschätzt. Abbildung 5 zeigt die Altersstruktur dieser Individuen bis 14 Jahre.

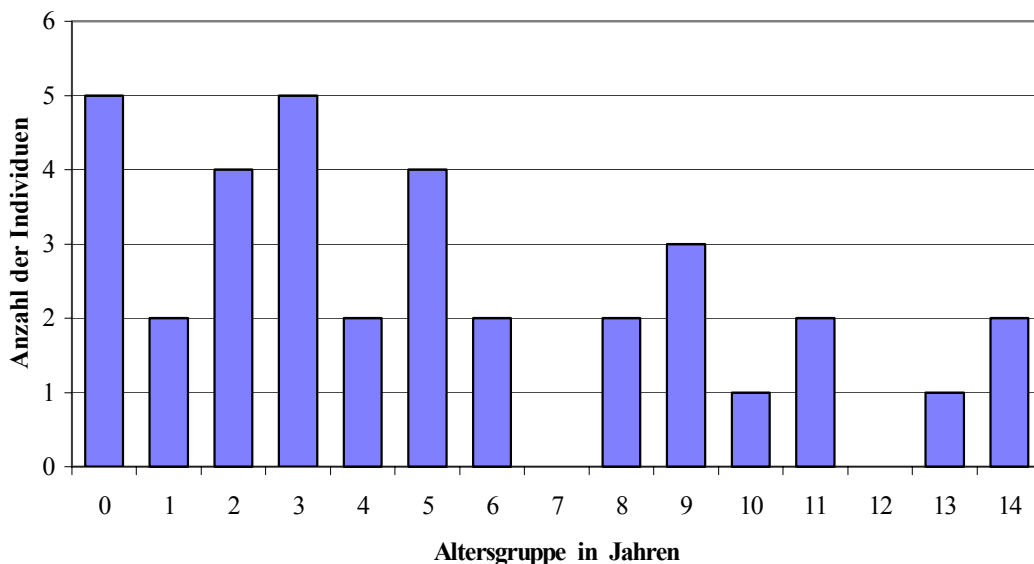


Abb. 5: Humerus – Altersverteilung der Individuen mit vollständiger Diaphyse nach Stloukal und Hanáková (1978)

Als weiteres Längenmaß der Diaphyse kann das Maß Caput – Fossa olecrani – Abstand (H3/4) bei insgesamt 46 Individuen gemessen werden, d.h. bei 35 der bereits oben ermittelten Individuen und weiteren 11 noch nicht berücksichtigten Individuen. Der dieses Maß umfassende Knochenabschnitt ist sehr robust und kann im Gegensatz zur größten Diaphysenlänge auch dann noch gemessen werden, wenn die Diaphysenenden beschädigt sind. Zwischen der größten Diaphysenlänge (H3/4z1) und Fossa – olecrani – Abstand (H3/4) besteht ein strenger linearer Zusammenhang (Abbildung 6). Die Korrelation zwischen beiden Maßen ist hoch (Korrelationskoeffizient 0,998).

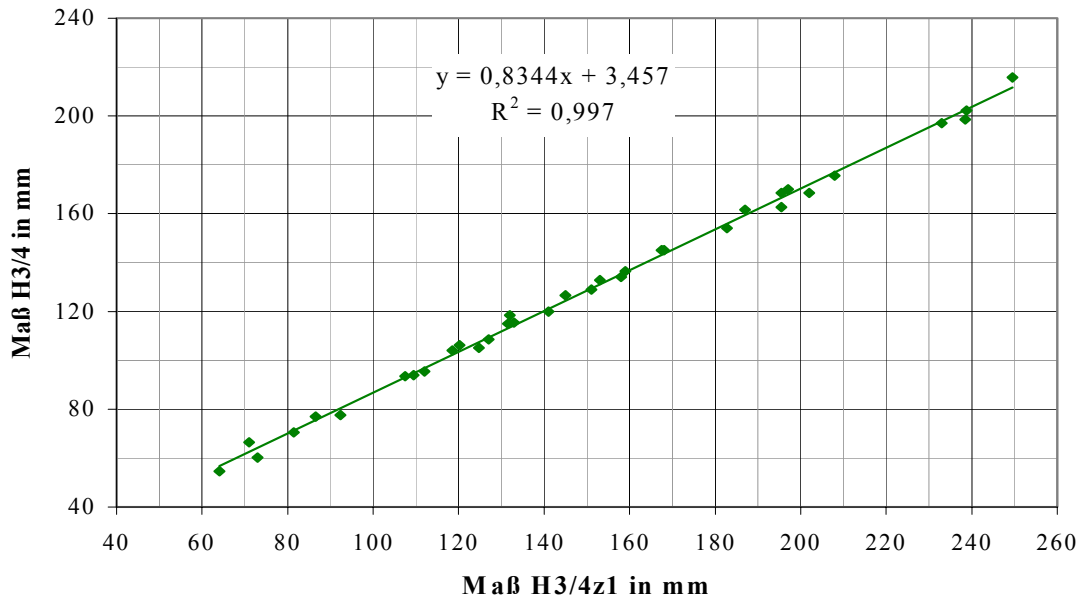


Abb. 6: Darstellung des linearen Zusammenhanges zwischen zwei Längenmaßen des Humerus

Die bereits ermittelten Altersangaben der o.g. 35 Individuen stellen die Grundlage für das erarbeitete Alters – Längen – Diagramm für das Maß H3/4 dar (Abbildung 7).

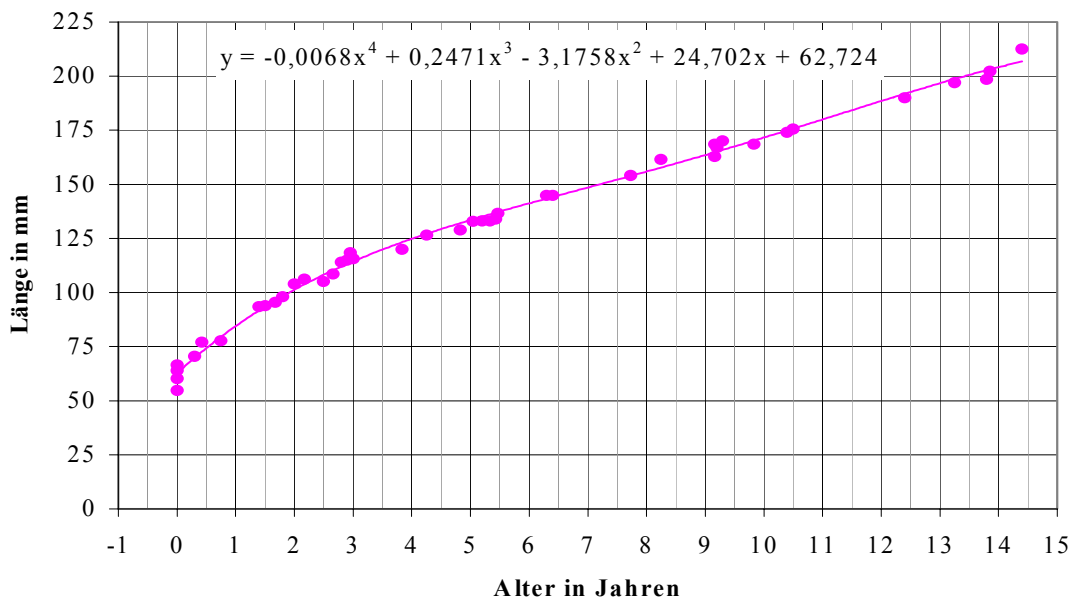


Abb.7: Humerus - Altersschätzkurve des Längenmaßes H3/4

Mit Hilfe von Maß H3/4 können von den dazu gewonnenen 11 Individuen 9 altersgeschätzt werden. Die Längen der beiden übrigen Individuen liegen deutlich über dem maximalen Endpunkt der Trendkurve und werden deshalb als über 14jährig vermutet.

Durch die Ergänzung des Maßes H3/4 können 38,6% der Individuen die einen Humerus aufweisen, bzw. 16,4% der Individuen des gesamten Untersuchungsmaterials altersgeschätzt werden.

Die Altersschätzung der übrigen 67 Individuen erfolgt anhand der weiteren am Humerus ermittelten Maße. Diese Abschnittsmaße werden entsprechend 4.2.4 in drei Gruppen eingeteilt (Tabelle 22). Innerhalb dieser Gruppen erfolgte keine weitere Wichtung.

Tab. 22: Humerus - Wichtung der Abschnittsmaße nach ihrer Eignung

Priorität	Maßbezeichnung
Gruppe 1	3z1; 3z2; 3z3; 4z1; 4z2; 5z; 5z1; 6z; 6z1; 7; 7az; 8z; 14; 15
Gruppe 2	8; 9; 9a; 9b; 10; 10a; 10b; 12z1; 12z2
Gruppe 3	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7a; 7z; 4a; 13; 11; 11a; 12; 12a; 12b; 12c

Zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen der Gruppe 1 besteht ein linearer Zusammenhang mit hoher Korrelation (vgl. Tabelle 23 und Abbildung 8). Es können fast ausschließlich die Abschnittsmaße der Gruppe 1 zur Altersschätzung eingesetzt werden. Nur bei drei Individuen wurde ein Maß der Gruppe 2 zur Altersschätzung eingesetzt.

Tab. 23: Humerus - Korrelationskoeffizient zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen

Maß	Korrelationskoeffizient	Maß	Korrelationskoeffizient
4z1	0,981	6z1	0,931
14	0,978	3z2	0,929
6z	0,948	5z1	0,911
7	0,945	3z3	0,91
5z	0,938	4z2	0,9
3z1	0,938	15	0,9
7az	0,936	8z	0,79

Anhand der Alters – Meßstrecken - Diagramme erfolgt die Altersschätzung der fragmentarisch vorliegenden Humeri. In den Abbildungen 9 bis 11 sind ausgewählte Kurven für die verwendeten Maße der Gruppe 1 dargestellt.

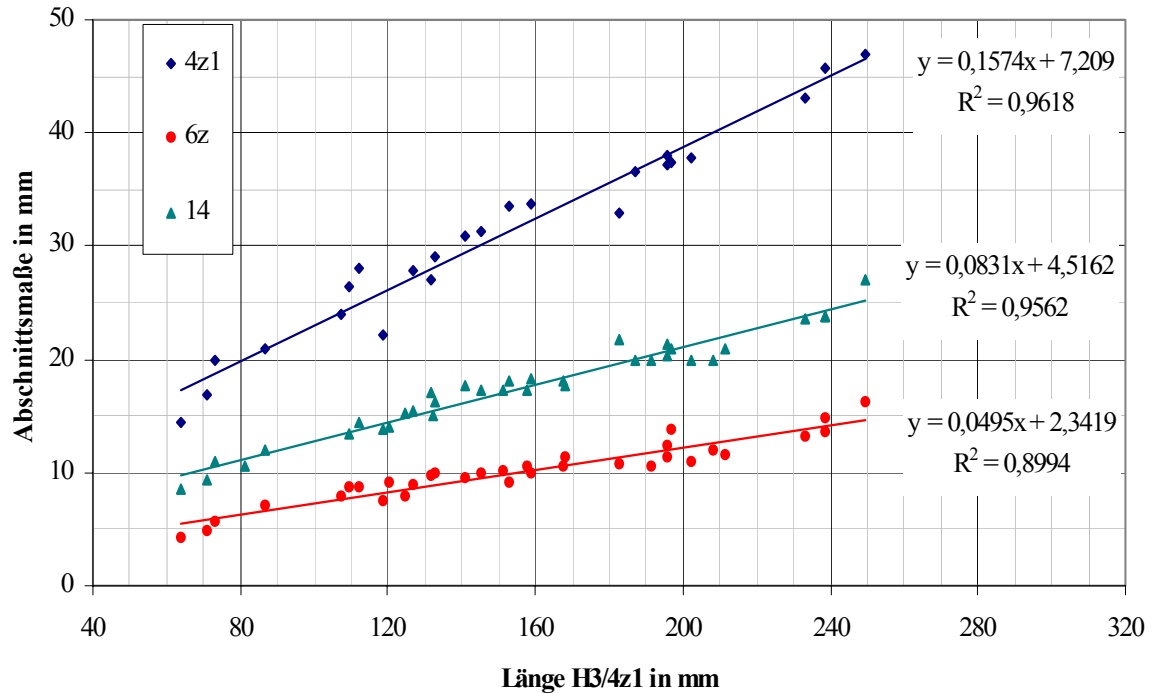


Abb. 8: Darstellung des linearen Zusammenhanges zwischen größter Diaphysenlänge und drei Abschnittsmaßen des Humerus

Die Untersuchung des Rechts – Links – Unterschiedes erfolgte an den acht paarweise vorliegenden und vollständig erhaltenen Humeri. Der Vergleich zeigt für die Längenmaße H3/4z1 und H3/4, daß bei der Hälfte der Individuen der rechte Humerus maximal 3% größer ist, als der Mittelwert und einmal der linke Humerus größer ist (0,4%). Bei drei Individuen gibt es keine Differenz. Bei der hier durchgeführten Untersuchung hatte die Verwendung von rechtem oder linkem Skelettabschnitt auch bei dem Paar mit der größten Rechts – Links – Differenz keinen Einfluß auf das geschätzte Alter.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß alle Individuen, bis einschließlich 14 Jahre (n=103) einer Sterbealterschätzung zugeführt werden können. Allerdings kann für drei Individuen davon nur eine weite Altersspanne festgelegt werden: Bei zwei Individuen standen nur ein bzw. zwei „ungenauere Maße“ zur Verfügung, bei dem dritten handelt es sich um ein Individuum der Gruppe Infans 2, dessen drei zu Verfügung stehenden Maße keine genauere Angabe zulassen. Somit waren nach diesem Arbeitsgang 38,3 % der untersuchten Individuen des Gräberfeldes altersgeschätzt. 11 Individuen wurden als über 14jährig identifiziert und anhand des Epiphysenschlusses geschätzt.

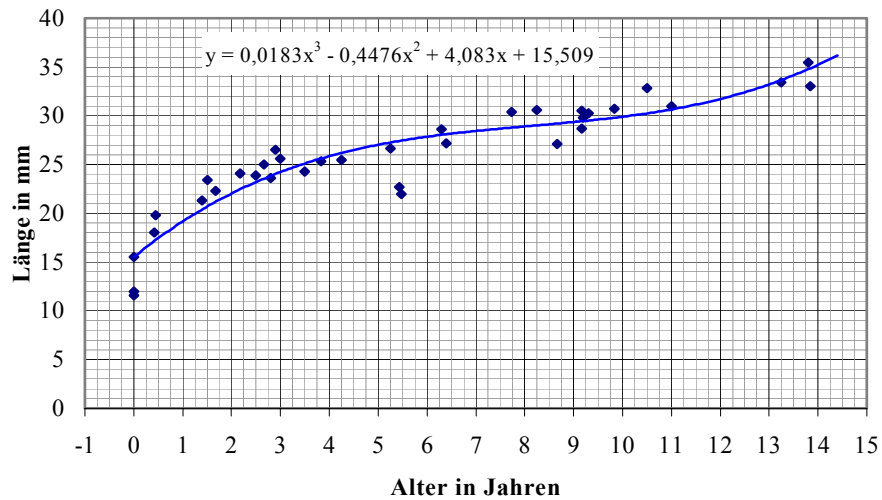


Abb. 9: Altersschätzkurve – Humerus / Breite der proximalen Diaphyse (3z1)

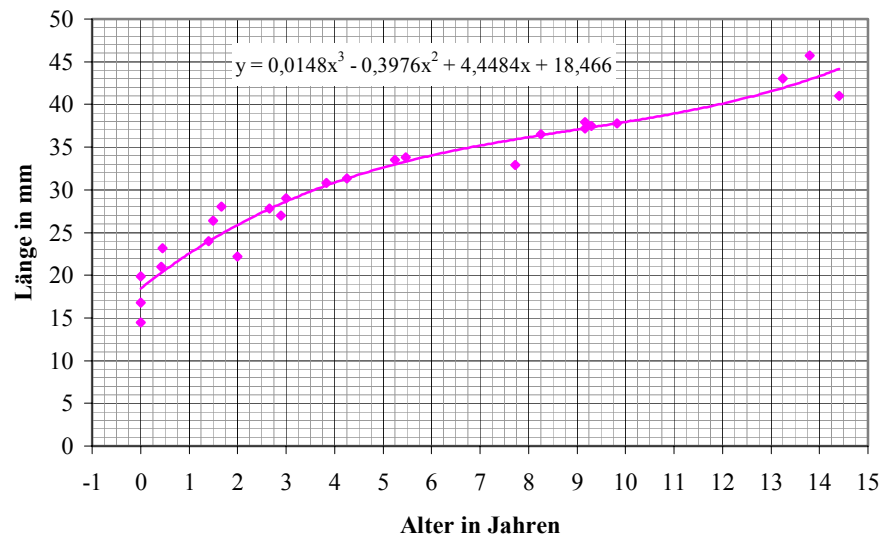


Abb. 10: Altersschätzkurve - Humerus / Breite der distalen Diaphyse (4z1)

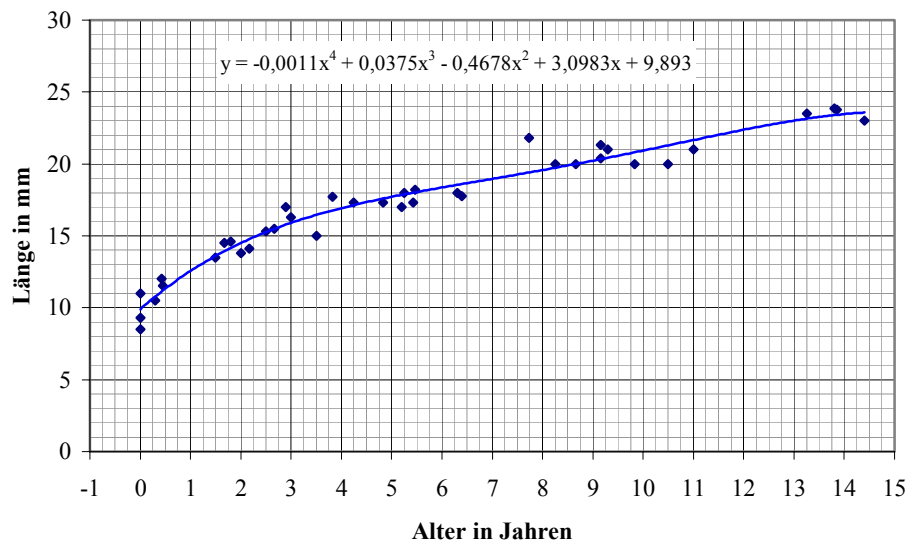


Abb. 11: Altersschätzkurve - Humerus / Breite der Fossa olecrani (14)

Die Altersverteilung der Individuen mit mindestens einem Humerus wird in Abbildung 12 gezeigt. Die Abbildung macht deutlich, daß besonders in den unteren Altersgruppen (0 bis 3 Jahre) der Anteil der Individuen, die anhand von Abschnittsmaßen am Fragment altersgeschätzt wurden, hoch ist.

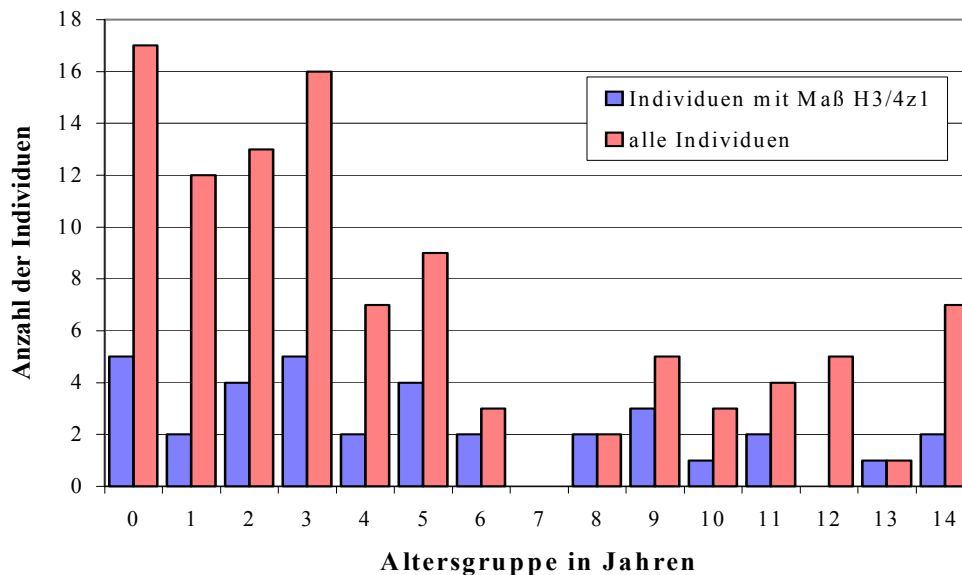


Abb. 12: Altersstrukturvergleich am Humerus mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten

5.1.2 Radius

Von 84 Individuen liegt mindestens ein Radius vor. Mittels der Referenzkurve nach Stloukal und Hanáková (1978, vgl. 4.2.3) kann das Alter von 39 Individuen ermittelt werden. Das entspricht 46,4% der Individuen des Gräberfeldes mit Radius. Vier weitere Individuen mit vollständig erhaltener Radiusdiaphyse werden älter als 14 Jahre geschätzt. Die Alterszusammensetzung der Individuen mit vollständiger Radiusdiaphyse wird in Abbildung 13 gezeigt.

Als weiteres Längenmaß am Radius wurde die Diaphysenachsenlänge (2z) ermittelt. Es gab keinen Radius mit diesem Maß, der nicht schon durch die größte Diaphysenlänge (1z) einer Altersschätzung zugeführt wurde. Weiterhin waren die Meßwerte von Diaphysenachsenlänge und größter Diaphysenlänge praktisch identisch, so daß dieses Maß kein zusätzliches Hilfsmittel für die Altersschätzung darstellt.

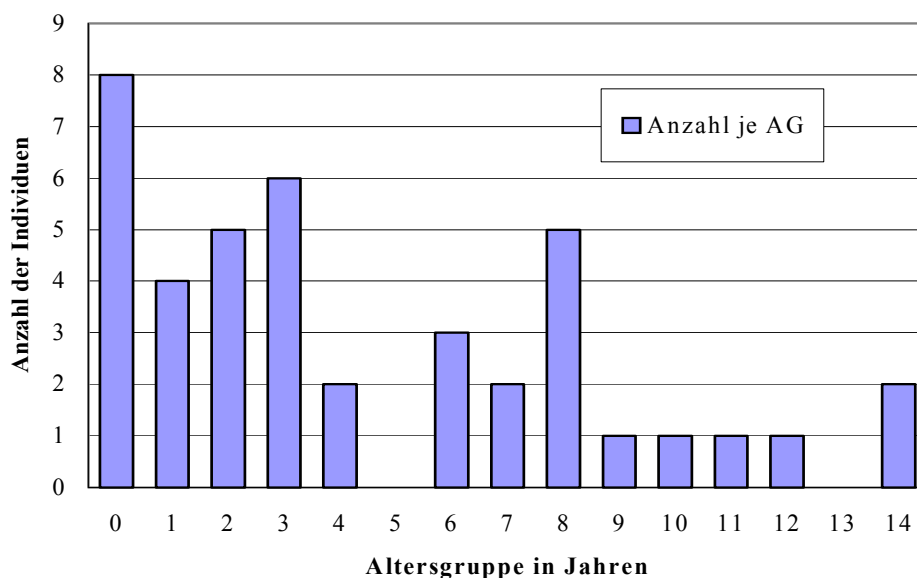


Abb. 13: Radius – Altersstruktur der Individuen mit vollständiger Diaphyse nach Stloukal und Hanáková (1978)

Für die Altersschätzung an Fragmenten wurden die in Tabelle 24 ausgewiesenen Abschnittsmaße in drei Gruppen eingeteilt. Innerhalb der Gruppen erfolgte keine Wichtung:

Tab. 24: Wichtung der Maße vom Radius nach ihrer Eignung

Priorität	Maßbezeichnung
Gruppe 1	2z1; 2z2; 2z3; 2z4; 2z5; 2z6; 3; 3z3; 3z4; 3z5; 3z6; 3z7; 4; 5;
Gruppe 2	2z7; 3z1; 3z2
Gruppe 3	1; 2; 4a; 5a; 5(5); 4b; 4(1); 5(1); 5(3); 5(3)a; 5(6); 5(6)z1

Die lineare Abhängigkeit und hohe Korrelation von Maßen der Gruppe 1 zur Diaphysenlänge sind in Tabelle 25 bzw. Abbildung 14 (an Beispielen) dargestellt. Die entsprechenden Alters – Längen – Diagramme werden in Abhängigkeit der bereits unter 4.2.4 genannten Kriterien berücksichtigt. Bei allen Individuen konnte mindestens ein geeignetes Maß ermittelt werden. Das bedeutet, daß anhand dieser Diagramme alle Individuen bis 14 Jahre (75 Individuen) altersgeschätzt werden konnten. Es verblieben 9 Individuen, deren Alter nach dem Epiphysenschluß geschätzt wurde.

Tab. 25: Korrelationskoeffizient zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen vom Radius

Maß	Korrelationskoeffizient	Maß	Korrelationskoeffizient
2z5	0,974	2z4	0,956
2z2	0,968	3z3	0,953
3z5	0,966	3z4	0,944
2z3	0,965	2z6	0,943
3z7	0,965	5	0,943
2z1	0,96	3z6	0,927
4	0,957	3	0,91

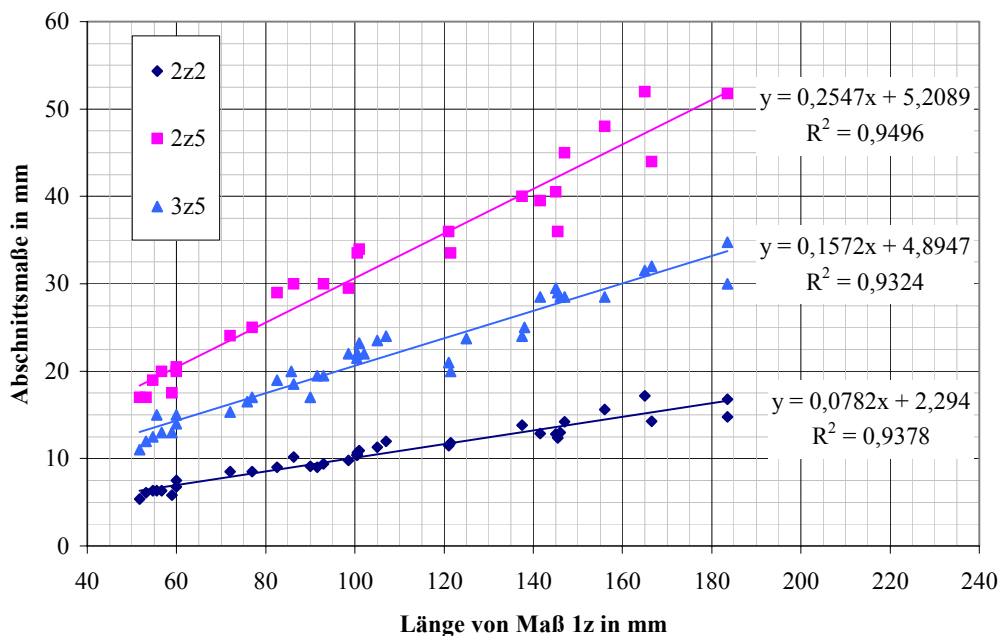


Abb. 14: Darstellung der linearen Beziehung zwischen Längen- und drei Abschnittsmaßen

Die Prüfung des Rechts – Links – Unterschiedes der größten Diaphysenlänge erfolgt an den 5 paarweise und unzerstört vorliegenden Radii. Viermal wird eine Differenz zugunsten des rechten Radius festgestellt, einmal bestand keine Differenz. Der größte Unterschied von 2,3% der Gesamtlänge wird an einem Individuum festgestellt, das älter als 14 Jahre geschätzt wird. Bei den übrigen beträgt der Unterschied maximal 1% der Gesamtlänge. Bei Verwendung von rechtem oder linkem Skelettabschnitt blieben diese Differenzen ohne Einfluß auf das geschätzte Alter.

Die Abbildungen 15, 16 und 17 zeigen ausgewählte Altersschätzkurven der „Gruppe 1“, anhand derer die Altersschätzung erfolgte.

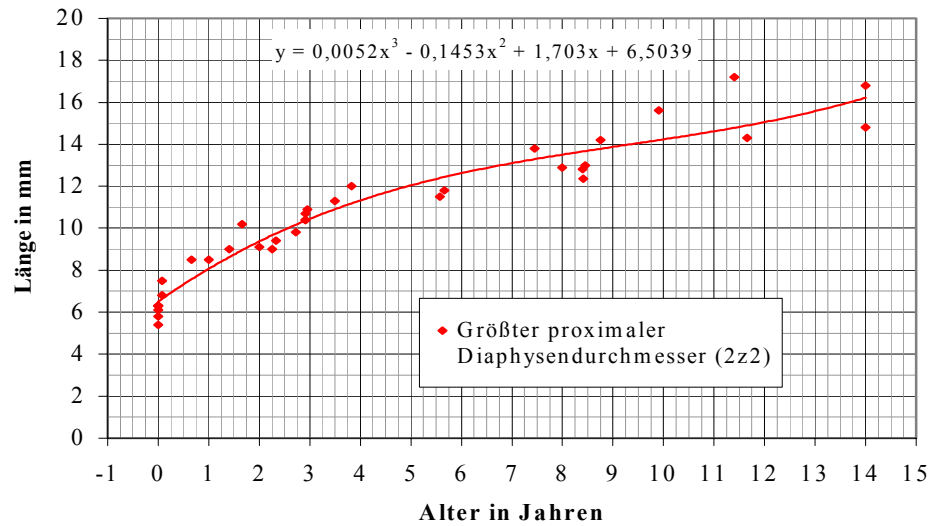


Abb. 15: Altersschätzkurve Radius (proximale Diaphyse)

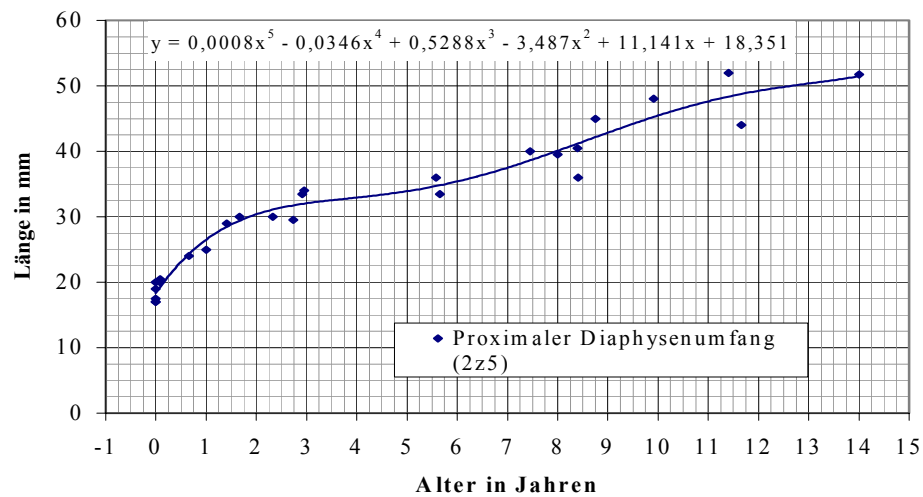


Abb. 16: Altersschätzkurve Radius (proximale Diaphyse)

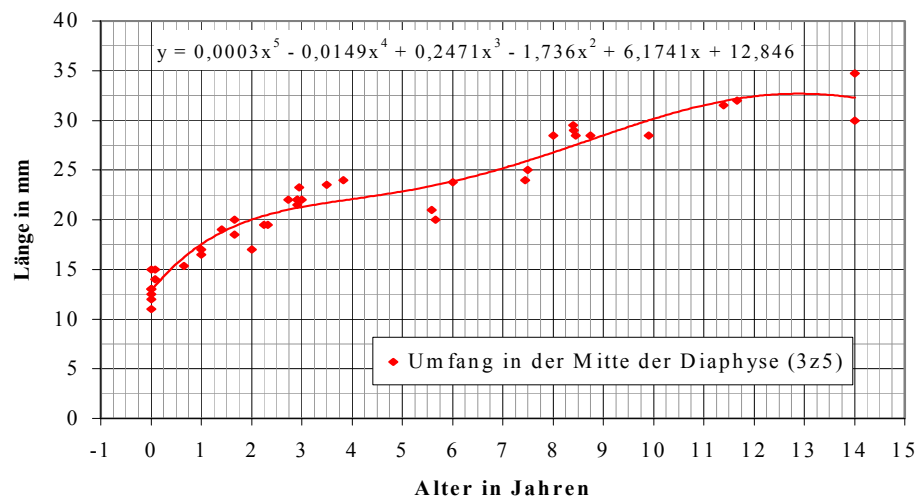


Abb. 17: Altersschätzkurve Radius (Diaphysenmitte)

Zusammenfassend ist die Anzahl der Individuen pro Altersgruppe ohne und mit Einbeziehung fragmentarisch vorliegender Radii in der Abbildung 18 dargestellt. Sie zeigt einen deutlichen Zuwachs in den Altersgruppen 2, 3 und 4 sowie in den Altersgruppen 8 bis 11.

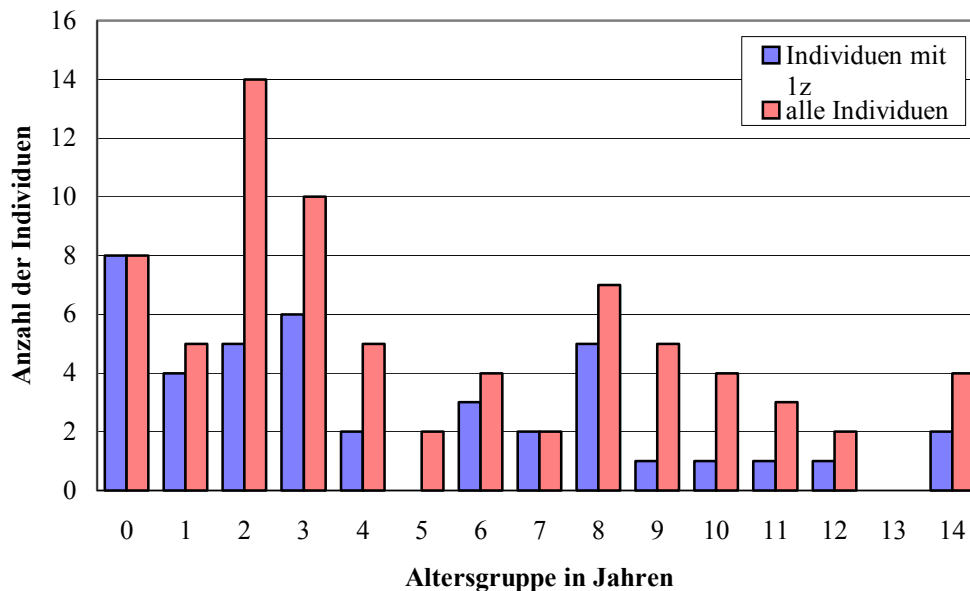


Abb.18: Altersstrukturvergleich Radius mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten

5.1.3 Ulna

Von 67 Individuen mit mindestens einer Ulna kann bei 26 Individuen (entsprechend 38,8%) das Alter anhand der größten Diaphysenlänge (vgl. Referenzkurve Abschnitt 4.2.3) geschätzt werden. Ein weiteres Individuum wird älter als 14 Jahre geschätzt.

Die Alterszusammensetzung der Individuen mit vollständig erhaltener Ulnadiaphyse wird in Abbildung 19 gezeigt.

Als zweites Längenmaß, dem Maß 2 nach Martin (1957) entsprechend, wird die funktionelle Diaphysenlänge (2z) bei 25 der o.g. und drei weiteren Individuen gemessen. Anhand der Alters – Längen – Beziehung der bereits altersgeschätzten Individuen können zwei dieser genannten Individuen nach Abbildung 20 altersgeschätzt werden, der Meßwert des dritten Individuums liegt außerhalb des dargestellten Bereiches, so daß die Altersschätzung dieses Individuums nach dem Epiphysenschluß erfolgt.

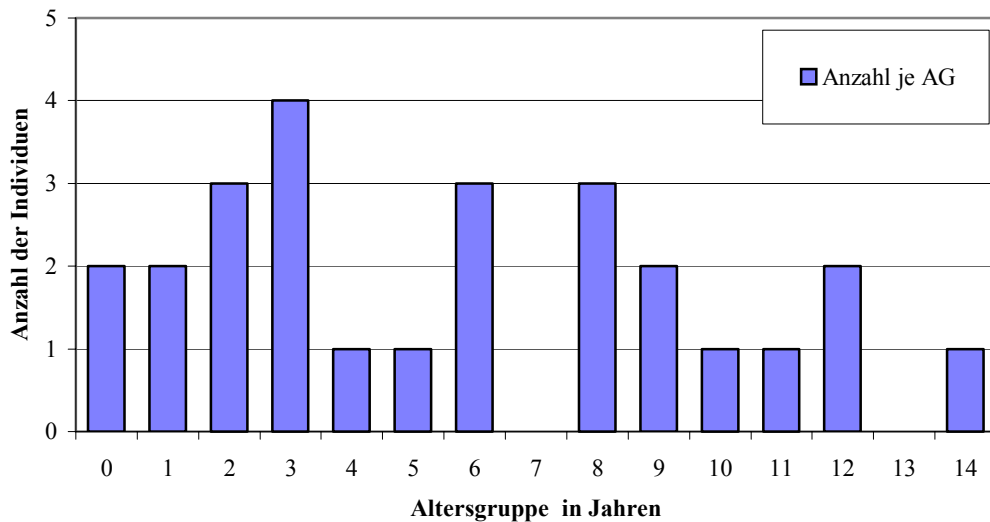


Abb. 19: Ulna – Altersstruktur der Individuen mit vollständiger Diaphyse nach Stloukal und Hanáková (1978)

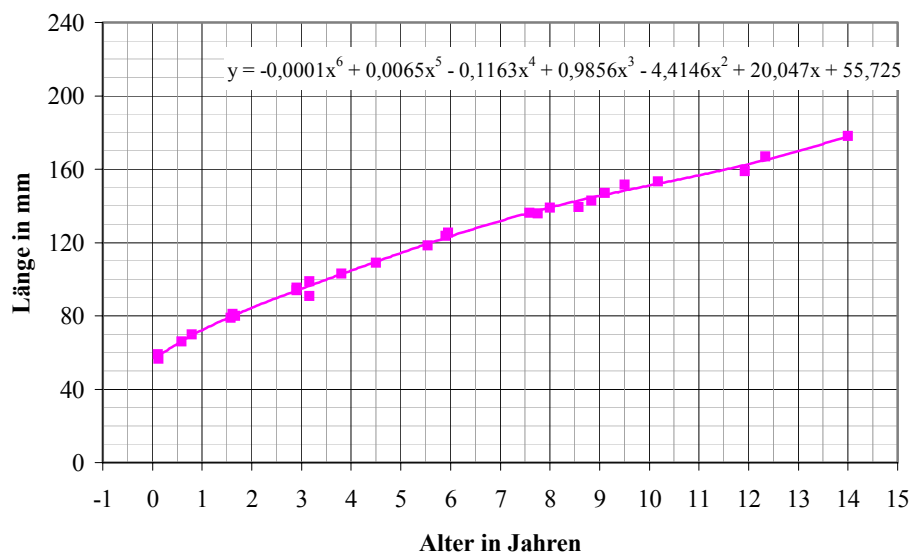


Abb. 20: Alters - Meßstrecken - Diagramm vom Längenmaß 2z der Ulna

Zwischen Maß 1z und 2z besteht eine hohe Korrelation (Abbildung 21). Zwischen dem Wachstum von Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen besteht auch an der Ulna eine lineare Wachstumsbeziehung, die in Abbildung 22 an Beispielen demonstriert wird. Die Stärke des Zusammenhanges wird anhand des Korrelationskoeffizienten in Tabelle 26 dargestellt.

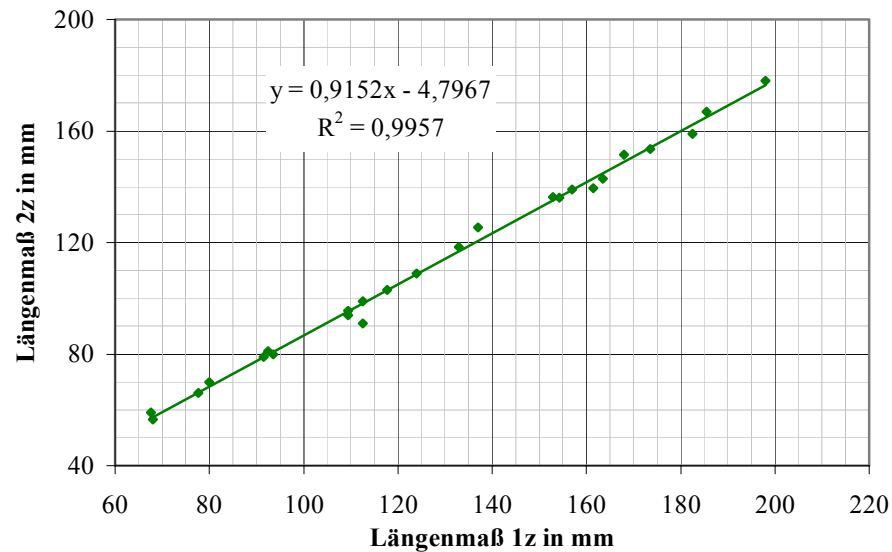


Abb. 21: Linearer Zusammenhang zwischen den zwei Längenmaßen der Ulna

Tab. 26: Korrelationskoeffizient zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen von der Ulna

Maß	Korrelationskoeffizient	Maß	Korrelationskoeffizient
6(1)	0,968	6z1	0,93
7d	0,959	3	0,922
13	0,946	3z1	0,921
8z3	0,941	12z	0,92
3z2	0,931	12	0,911

Die einzelnen Maße werden mit der in Tabelle 27 aufgezeigten Priorität nach den bereits unter 4.2.4 genannten Kriterien bei der Altersschätzung der Fragmente berücksichtigt:

Tab. 27: Wichtung der Abschnittsmaße der Ulna nach ihrer Eignung

Priorität	Maßbezeichnung
Gruppe 1	3; 3z1; 3z2; 12; 13; 6(1); 6z1; 7d; 8z3; 12z
Gruppe 2	11; 7b; 8z1; 8z2; 11z
Gruppe 3	1; 6; 7; 8; 18; 19

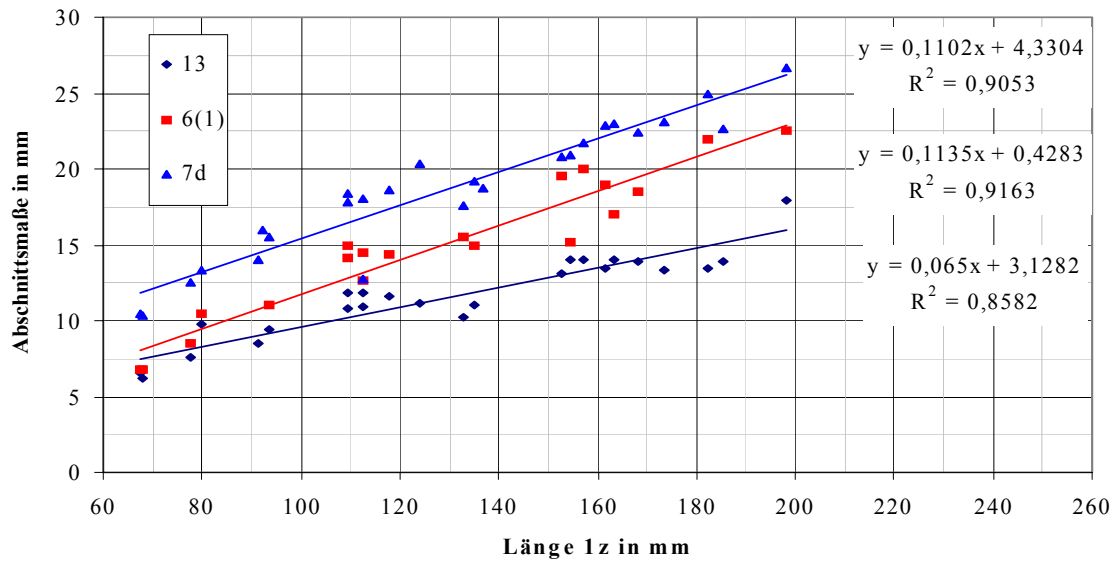


Abb. 22: Lineare Wachstumsbeziehung zwischen Längen- und drei Abschnittsmaßen der Ulna

Eine Auswahl von Altersschätzkurven für Ulnafragmente wird in den Abbildungen 23, 24 und 25 dargestellt.

Bei allen Fragmenten kann mindestens ein geeignetes Maß ermittelt werden. Das bedeutet, daß alle Individuen, die nicht älter als 14 Jahre geschätzt wurden (35 Individuen), einer Sterbealterschätzung zugeführt werden können. Das Alter von 4 Individuen wurde durch Untersuchung des Epiphysenschlusses geschätzt.

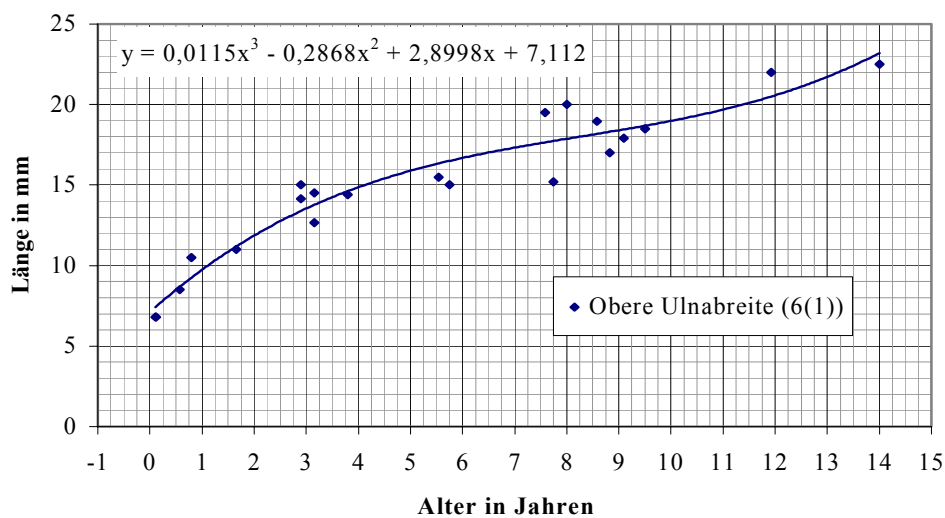


Abb. 23: Altersschätzkurve Ulna (proximale Diaphyse)

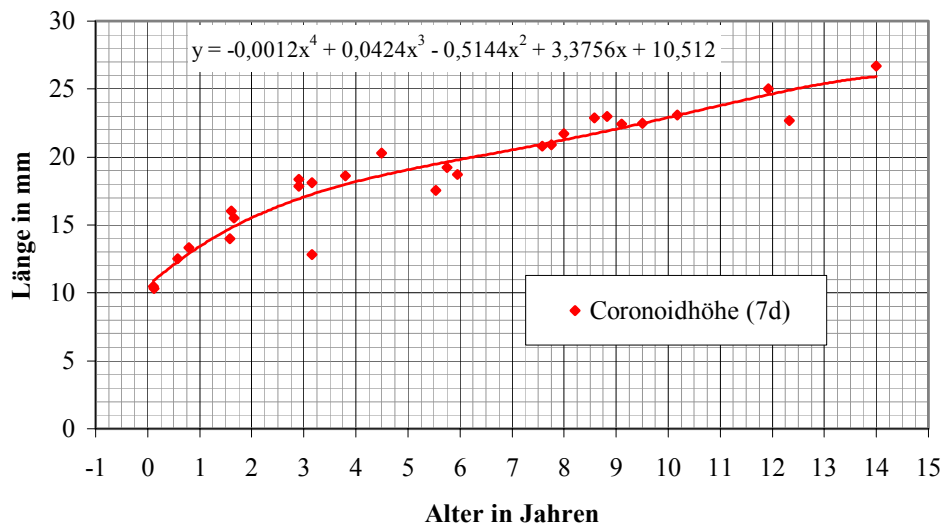


Abb. 24: Altersschätzkurve Ulna (proximale Diaphyse)

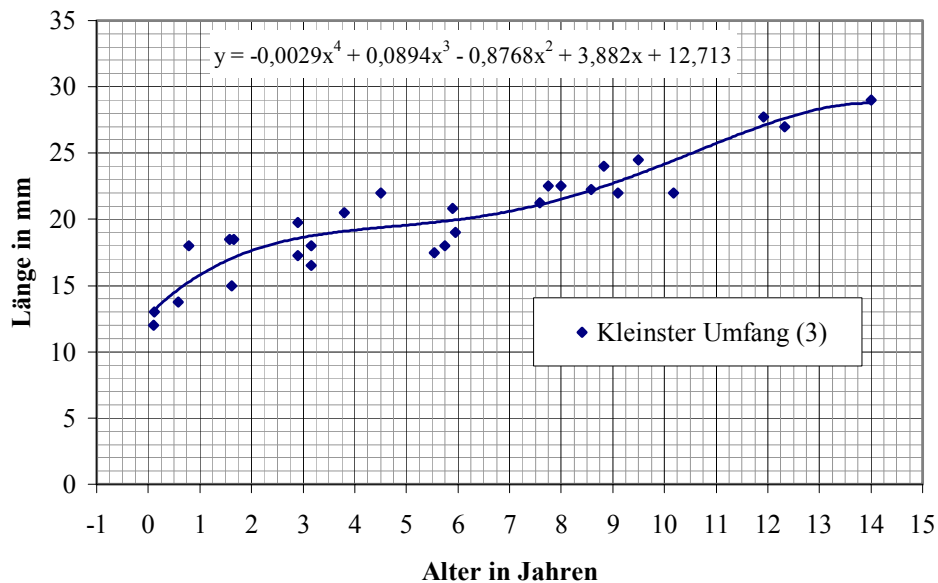


Abb. 25: Altersschätzkurve Ulna (Diaphysenmitte)

In Abbildung 26 erfolgt die Darstellung der Altersstruktur mit und ohne Berücksichtigung von Fragmenten. Wie am Humerus zeigt sich an der Ulna eine starke Zunahme der Individuen von 0 bis 3 Jahren.

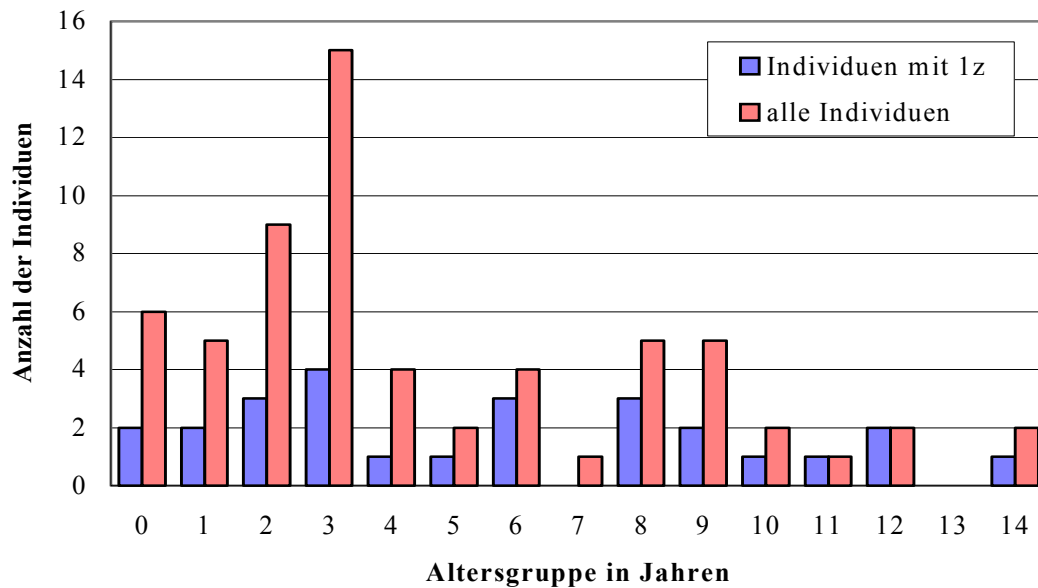


Abb. 26: Altersstrukturvergleich an der Ulna mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten

Der Vergleich rechter und linker Diaphysenlängen ist an 7 Paaren möglich. 5 Individuen weisen rechts eine größere Länge auf, zwei Individuen keinen Unterschied. Der größte Unterschied mit 2,8% der Gesamtlänge betrifft ein über 14jährig geschätztes Individuum. Bei den übrigen ist die Differenz gering (<1%) und hat keinen Einfluß auf das geschätzte Alter.

5.1.4 Femur

Anhand der Referenzkurve nach Stloukal und Hanáková (1978) können 54 von 133 Individuen (40,6%) altersgeschätzt werden. 5 weitere Individuen werden als über 14jährig eingestuft. Abbildung 27 zeigt die Altersverteilung dieser Individuen.

Das Maß größte Diaphysenlänge (1z1) ist von allen Längenmaßen am häufigsten ermittelbar, von den 7 weiteren Längenmaßen Größte Länge (1), Ganze Länge in natürlicher Stellung (2), Ganze Diaphysenlänge (2zx), Collo-intercondyläre Länge (2z), Collo-Diaphysenlänge (2z1), Diaphysenlänge (5) und Schaftlänge (5a) wird das Maß 5 an den leicht beschädigten Femura am häufigsten gemessen (fünfmal), an einem weiteren Femur kann das Maß 5a ermittelt werden. Die Maße 2z und 2zx entsprechen in ihrem absoluten Wert dem Maß 1z1 und sind somit verzichtbar. Die Maße 1 und 2 sind Maße, die Epiphysen einschließen und kommen bei der Altersschätzung hier nicht zur Anwendung. Bei guter Reproduzierbarkeit der Meßpunkte stellt das Maß 2z1 eine Alternative zu den Maßen 1z1, 5 und 5a dar.

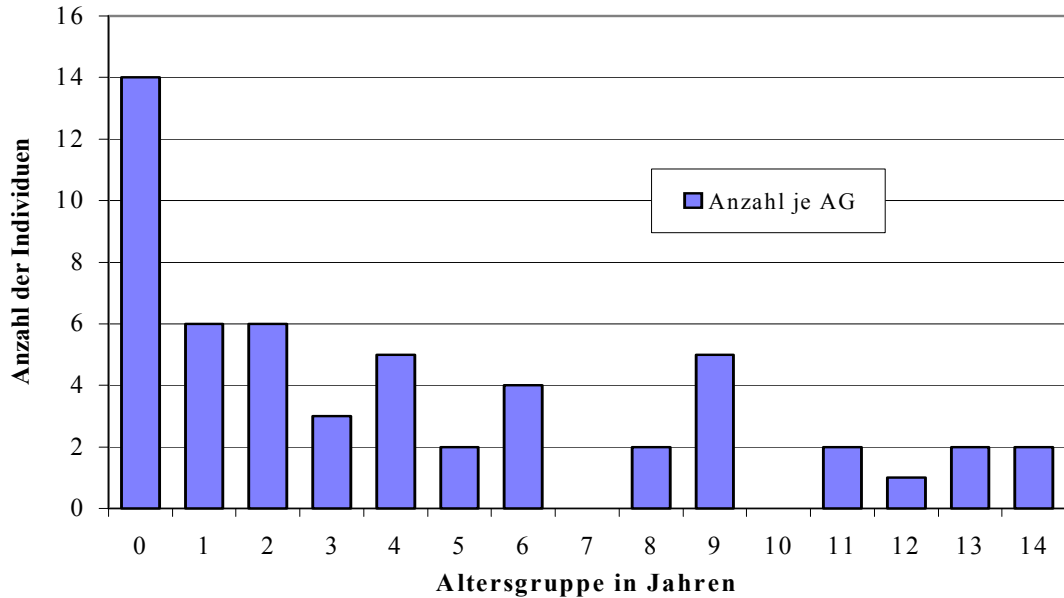


Abb. 27: Femur - Altersstruktur unter Berücksichtigung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978)

Zwischen den Maßen 5, 5a und 2z1 und der größten Diaphysenlänge besteht eine lineare Wachstumsbeziehung, die in Abb. 28 für zwei Beispiele dargestellt wird. Die Korrelationskoeffizienten betragen 0,998 bis 0,999. Insgesamt 6 Individuen werden anhand der Längenmaße 5 und 5a unter Nutzung der Abbildungen 29 und 30 altersgeschätzt.

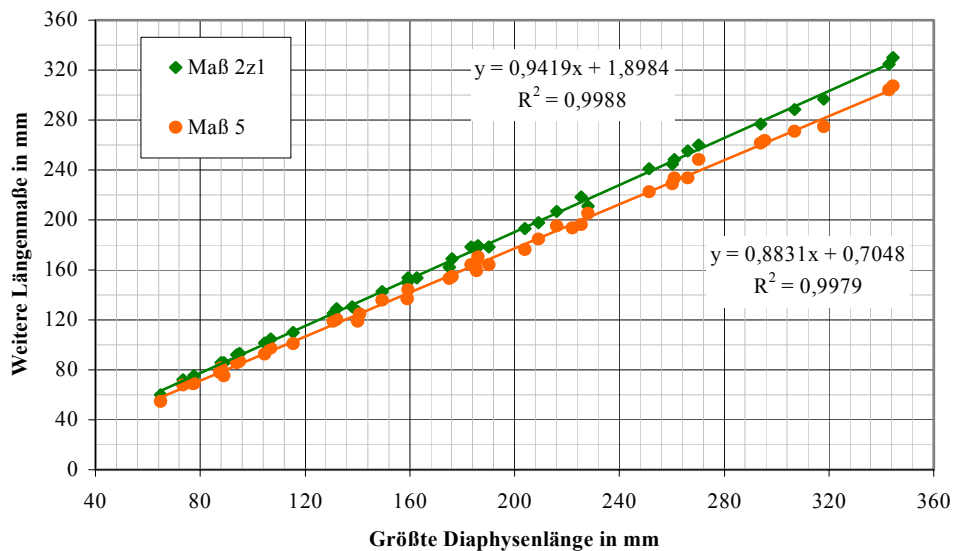


Abb.28: Linearer Zusammenhang zwischen Längenmaßen 2z1 und 5 und der größten Diaphysenlänge (1z1) am Femur

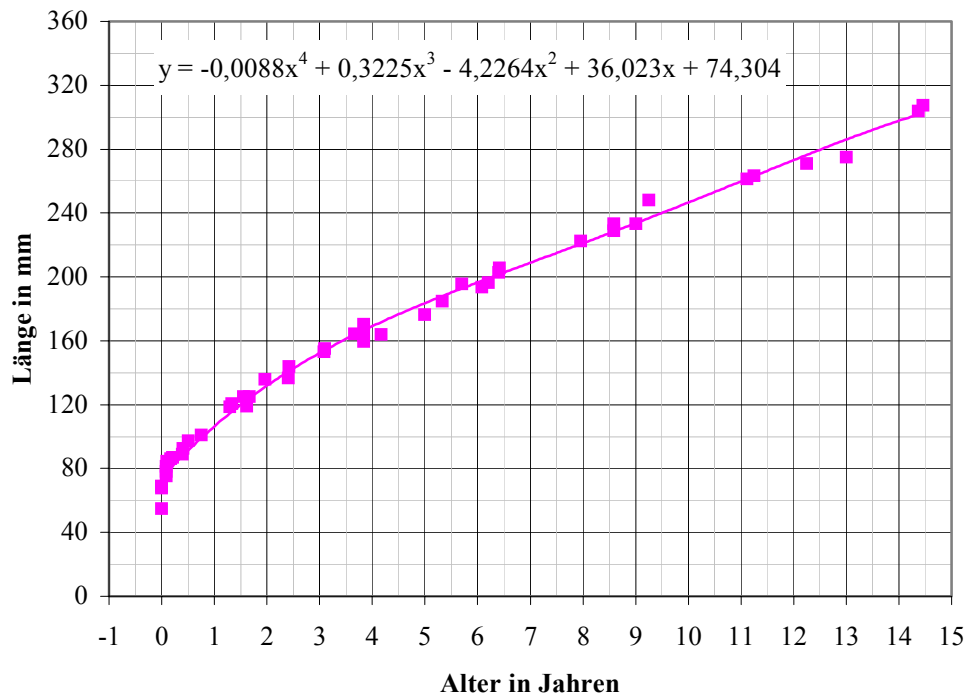


Abb. 29: Alters - Meßstrecken - Diagramm vom Längenmaß 5 des Femur

Zur Altersschätzung anhand von Abschnittsmaßen liegt eine sehr große Auswahl an Maßen vor, deren Wichtung in Gruppen ist in Tab. 28 dargestellt.

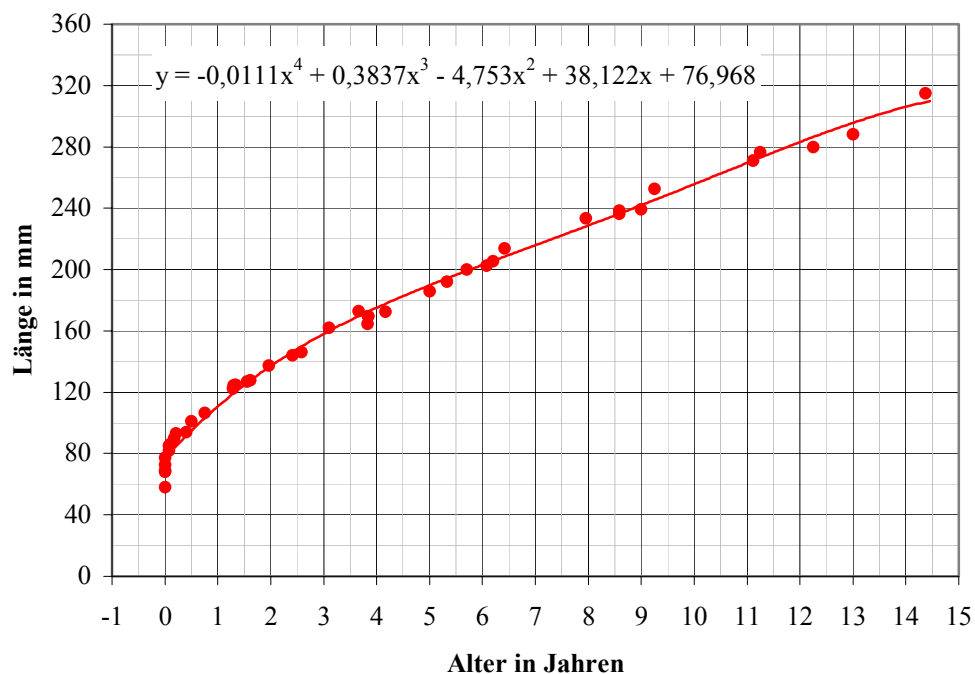


Abb. 30: Alters - Meßstrecken - Diagramm vom Längenmaß 5a des Femur

Tab. 28: Wichtung der Abschnittsmaße des Femur nach ihrer Eignung

Priorität	Maßbezeichnung
Gruppe 1	1z2; 1z3; 1z4; 1z5; 1z6; 5z1; 5z2; 5z3; 5z5; 9; 10; 10z; 14; 14c; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 21z3; 22; 22z2; Z4; Z10; Z11; Z12
Gruppe 2	5z4; 15; 19z; 21z1; 21z2; 21c; Z13; 22z1; 22z3; 24b; 24c
Gruppe 3	3; 3a; 3b; 4; 4a; 4b; 5z6; 6; 7; 8; 13; 13a; 21d; 21e; 29; 30; Z6; Z6/1

An drei ausgewählten Maßen wird die lineare Wachstumsbeziehung zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsstrecken dargestellt (Abb. 31), der Korrelationskoeffizient wird für alle Maße der Gruppe 1 berechnet (vgl. Tab. 29).

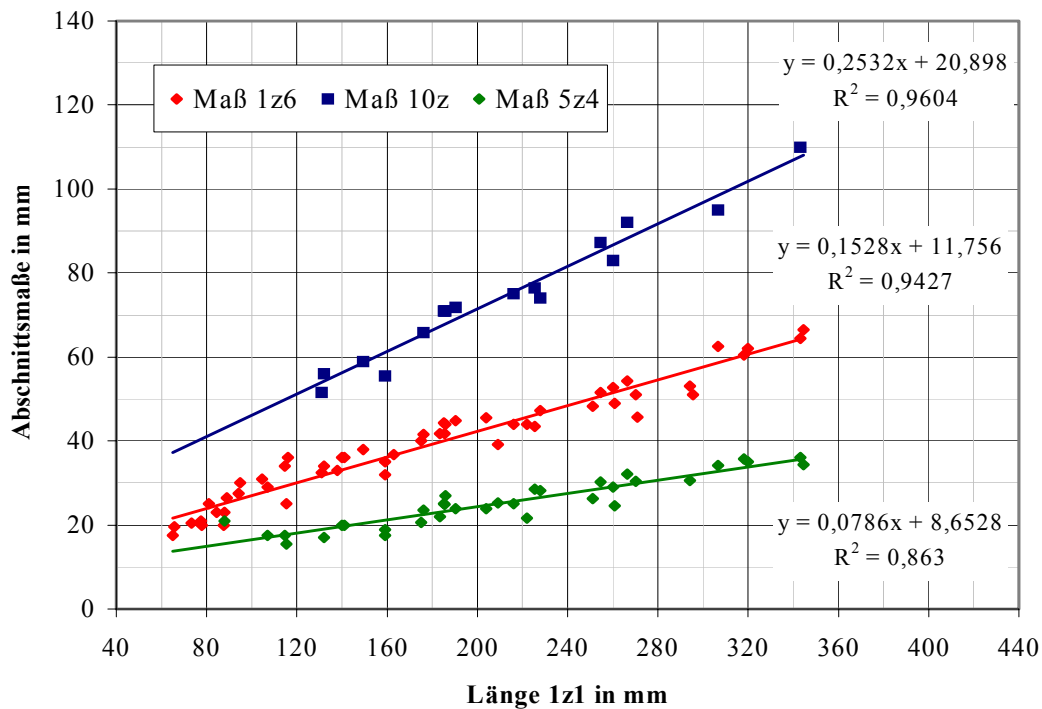


Abb. 31: Linearer Zusammenhang zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen

Mit Hilfe der Daten der bereits durch ein Längenmaß altersgeschätzten Individuen werden Alters – Meßstrecken – Diagramme erstellt (vgl. Abb. 32 - 35) und die Altersschätzung an allen Fragmenten durchgeführt. 4 dieser 68 Individuen werden über 14jährig geschätzt.

Tab. 29: Korrelationskoeffizienten für Abschnittsmaße der Gruppe 1 des Femur

Maß	Korrelationkoeffizient	Maß	Korrelationkoeffizient	Maß	Korrelationkoeffizient
1z2	0,971	9	0,965	20	0,984
1z3	0,963	10	0,971	21	0,988
1z4	0,958	10z	0,981	21z3	0,949
1z5	0,966	14	0,987	22	0,945
1z6	0,971	14c	0,978	22z2	0,963
5z1	0,976	16	0,842	Z4	0,969
5z2	0,984	17	0,947	Z10	0,965
5z3	0,98	18	0,952	Z11	0,96
5z5	0,948	19	0,95	Z12	0,968

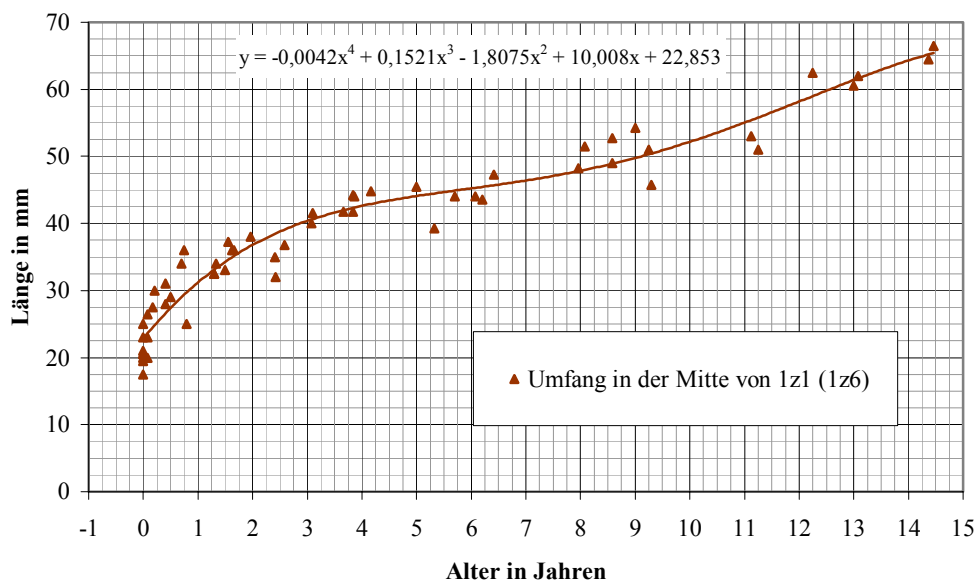


Abb.32: Altersschätzkurve Femur (Diaphysenmitte)

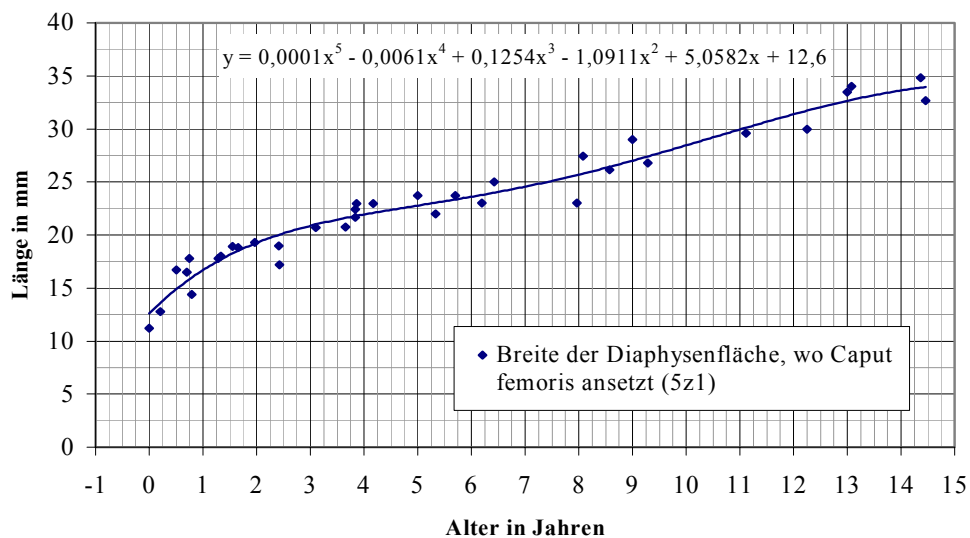


Abb.33: Altersschätzkurve Femur (proximale Diaphyse)

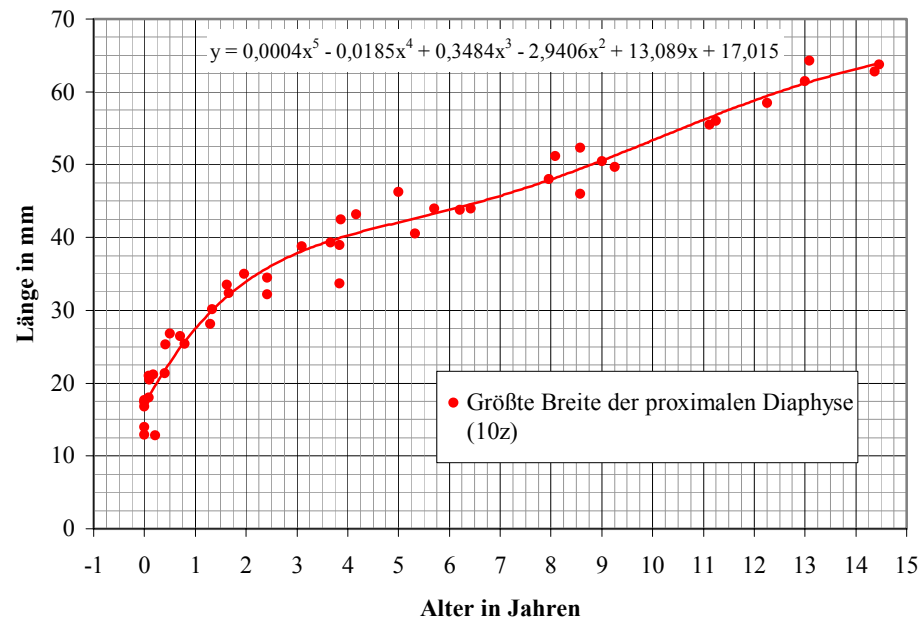


Abb.34: Altersschätzkurve Femur (proximale Diaphyse)

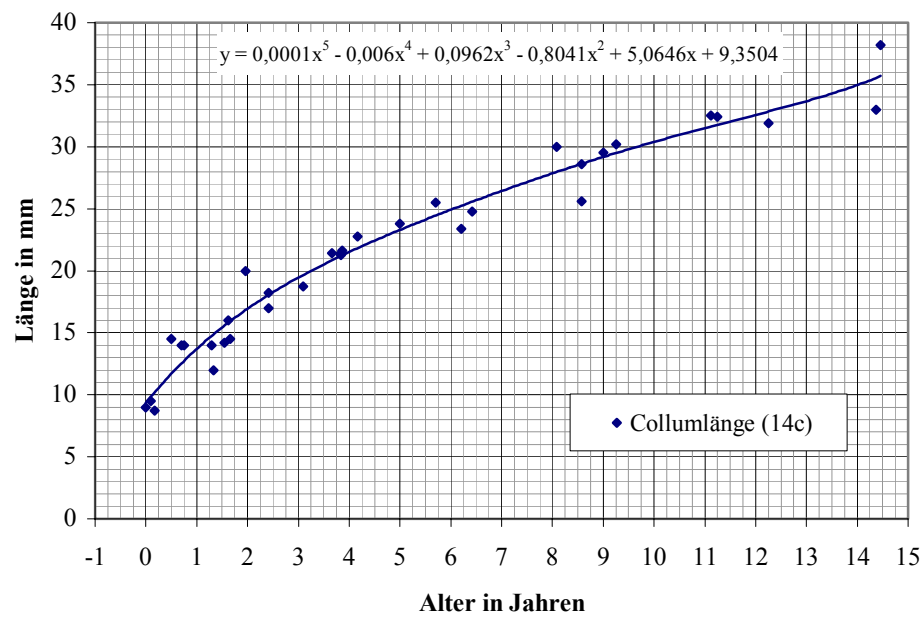


Abb.35: Altersschätzkurve Femur (proximale Diaphyse)

Die Altersstruktur der bis 14jährigen Individuen wird in Abbildung 36 dargestellt. Hier zeigt sich eine deutliche Erhöhung der Individuenzahl in den Altersgruppen 0 bis 3.

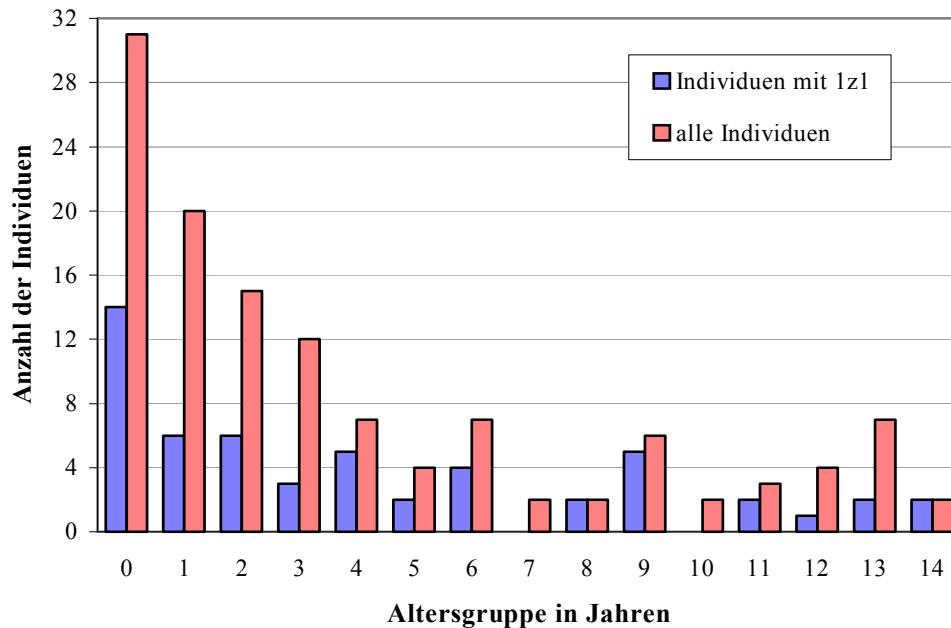


Abb. 36: Altersstrukturvergleich Femur mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten

Neun Individuen werden anhand des Epi- und Apophysenschlusses altersgeschätzt.

Der Rechts – Links – Vergleich der größten Diaphysenlänge von insgesamt 22 vorliegenden Femurpaaren zeigt, daß 7mal der rechte, 10mal der linke und 5mal kein Femur größer ist. Die absoluten Differenzen sind hier ohne Einfluß auf das geschätzte Alter.

5.1.5 Tibia

Anhand des Diagrammes (Abb. 4) nach Daten von Stloukal und Hanáková (1978) können 37 von 94 Individuen (39,4%) altersgeschätzt werden. 6 weitere Individuen werden über 14jährig eingestuft. In Abb. 37 erfolgt die Darstellung der Altersstruktur dieser Individuen. Das zweite Diaphysenlängenmaß kann bei keinem zusätzlichen Individuum gemessen werden, so daß es für die Altersschätzung hier keine Anwendung findet. Die Maße 1, 1a und 1b beinhalten die Länge der gesamten Diaphyse einschließlich ihrer Epiphysen und fanden für die Altersschätzung weiterer Individuen ebenfalls keine Anwendung.

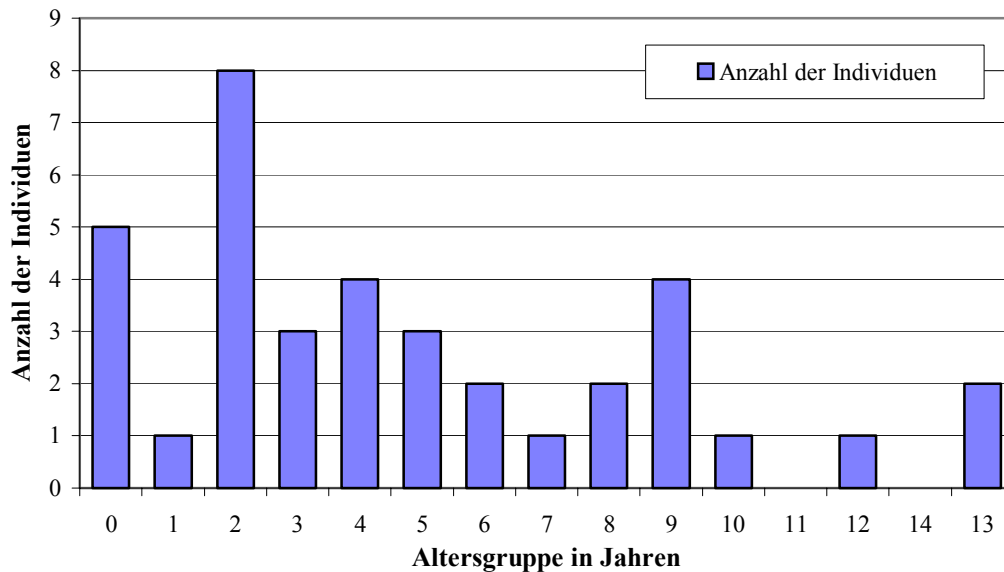


Abb. 37: Tibia – Altersstruktur unter Berücksichtigung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978)

Die Altersschätzung der übrigen Individuen erfolgt anhand geeigneter, häufig gemessener Abschnittsmaße (Tab. 30). Zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen besteht ein enger linearer Zusammenhang. Die hohe Korrelation ist in Tab. 31 und Abb. 38 dargestellt.

Tab. 30: Wichtung der Abschnittsmaße der Tibia nach ihrer Eignung in Gruppen

Priorität	Maßbezeichnung
Gruppe 1	1z3; 1z4; 1z7; 4; 5z1; 5z2; 5z3; 5z4; 8a; 8a/z; 10a; 10b; 10z; 4z1; 4z2
Gruppe 2	1z5; 1z6; 5; 9a; 3; 6; 7; 3a; 4b
Gruppe 3	8; 8z; 9; 10; 3z; 3b; 4a; 4z3; 6; 7; 7z1; 7z2

Tab. 31: Korrelationskoeffizienten von Abschnittsmaßen der Tibia

Maß	Korrelationkoeffizient	Maß	Korrelationkoeffizient	Maß	Korrelationkoeffizient
1z3	0,973	5z2	0,976	10a	0,977
1z4	0,96	5z3	0,973	10b	0,976
1z7	0,96	5z4	0,967	10z	0,97
4	0,957	8a	0,966	4z1	0,946
5z1	0,988	8a/z	0,984	4z2	0,926

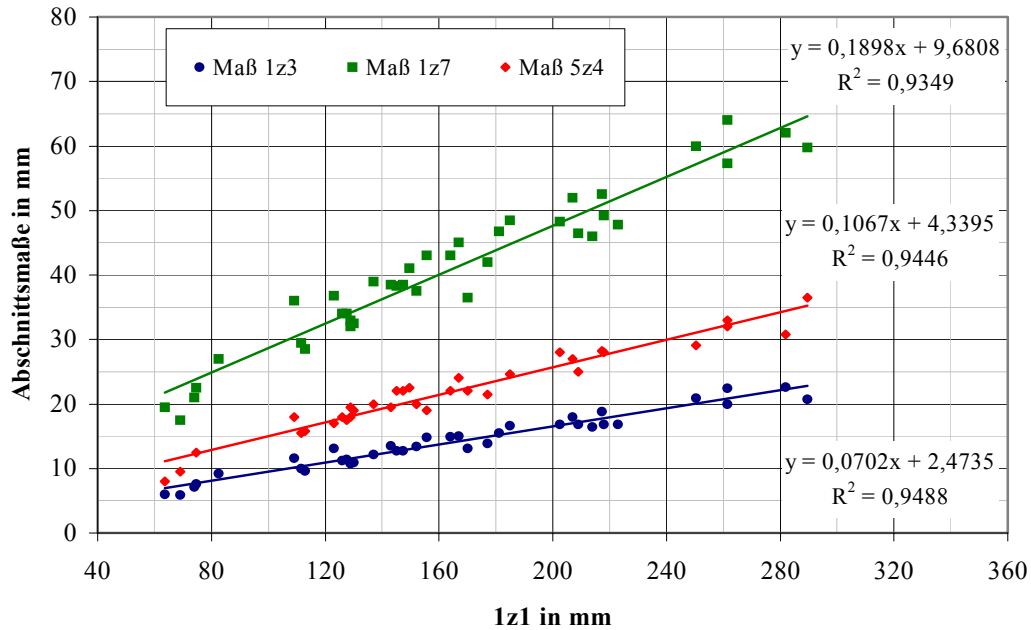


Abb. 38: Linearer Zusammenhang zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen der Tibia

Alle bis 14jährigen Individuen mit Tibiafragment konnten anhand von Altersschätzkurven der Gruppe 1 (vgl. Abb. 39, 40, 41) altersgeschätzt werden. Bei zwei dieser Individuen ist wegen sehr schlecht erhaltenem Fragment nur eine Schätzung innerhalb größerer Grenzen möglich. 4 weitere Individuen wurden über 14jährig eingeschätzt.

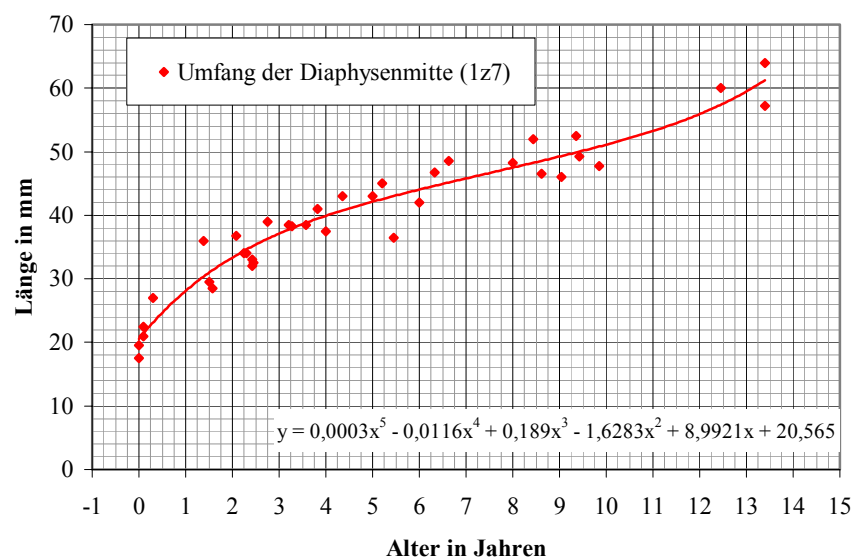


Abb. 39: Altersschätzkurve Tibia (Diaphysenmitte)

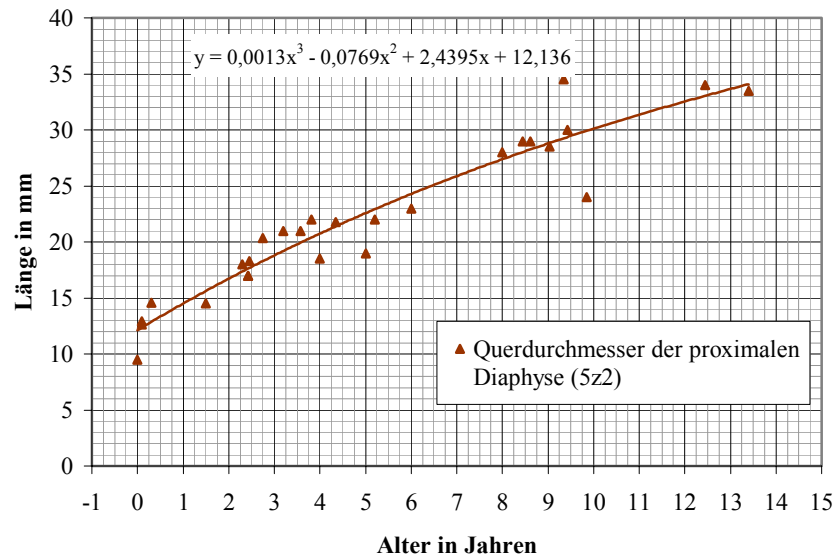


Abb. 40: Altersschätzkurve Tibia (proximale Diaphyse)

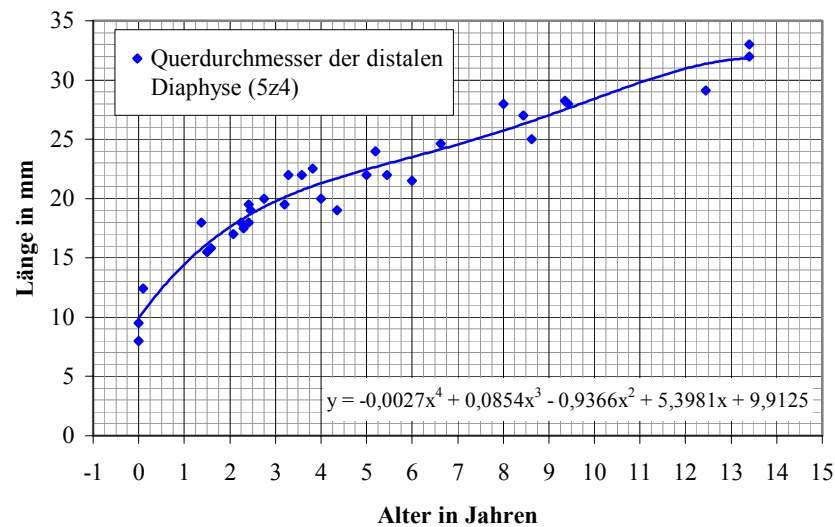


Abb. 41: Altersschätzkurve Tibia (distale Diaphyse)

Die Darstellung der Altersstruktur aller Individuen bis 14 Jahre (Abb. 42) zeigt eine besonders ausgeprägte Zunahme von Individuen der Altersgruppen 0 und 1.

Die Untersuchung des Rechts – Links – Unterschiedes der 20 paarweise vorliegenden Tibiadiaphysen zeigt, das sechsmal die rechte, achtmal die linke und sechsmal keine Diaphyse größer war. Die maximale Differenz beträgt 5,5 mm bei einem älteren Individuum. Diese Unterschiede haben keinen Einfluß auf das geschätzte Alter.

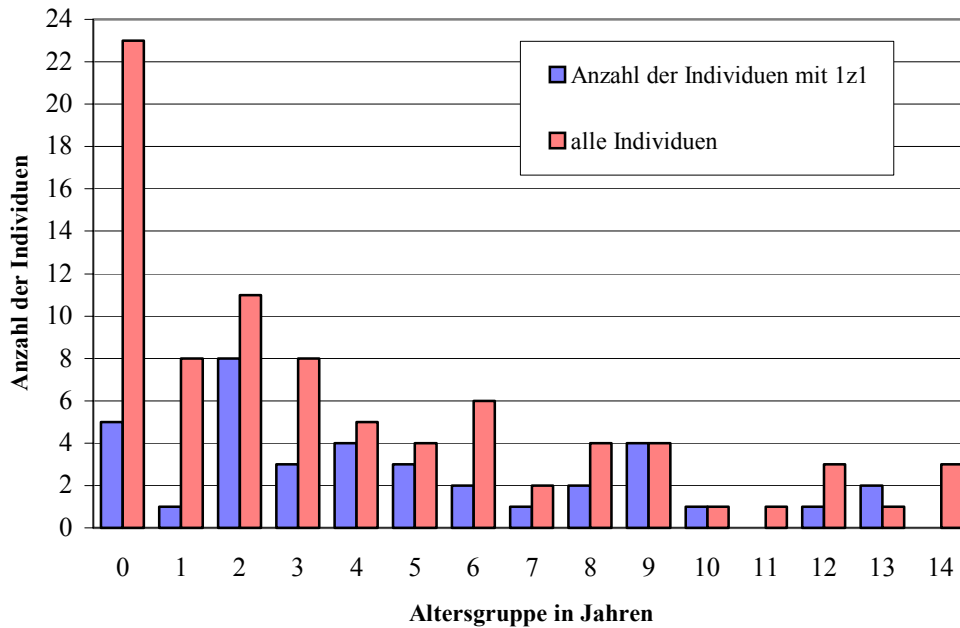


Abb. 42: Tibia - Altersstrukturvergleich mit und ohne Berücksichtigung von Fragmenten

5.1.6 Fibula

23 von 60 Individuen können anhand ihrer größten Diaphysenlänge altersgeschätzt werden (38,3%). In Abbildung 43 erfolgt die Darstellung deren Altersstruktur. Fünf weitere Individuen werden als über 14jährig geschätzt.

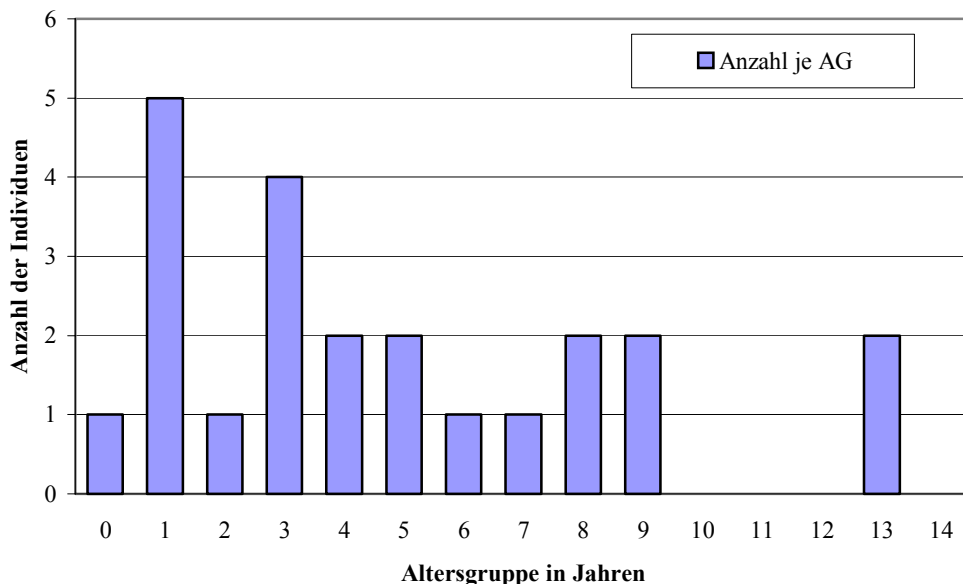


Abb. 43: Fibula – Altersstruktur unter Berücksichtigung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978)

Das zweite Diaphysenlängenmaß (1z2) kann bei keinem weiteren Individuum gemessen werden.

Die weitere Altersschätzung erfolgt anhand der Abschnittsmaße. Die Wichtung der Maße ist in Tabelle 32 aufgeführt.

Tab. 32: Wichtung der Abschnittsmaße nach ihrer Eignung

Priorität	Maßbezeichnung
Gruppe 1	1z3; 1z7; 1z8; 1z13; 1z15; 1z16; 1z17; 1z18; 1z19
Gruppe 2	1z4; 1z5; 1z6; 1z10; 1z11; 1z12; 1z14
Gruppe 3	1; 3(1); 3(2); 4(1)z2; 4(1)z3; 4(1)z6; 4(2)z2; 4(2)z3; 4(2)z6

Zwischen Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen besteht wie bei den anderen Langknochen eine lineare Wachstumsbeziehung (Abb. 44), wobei hier die Streuung der Meßwerte größer ist und der Korrelationskoeffizient für Maße der Gruppe 1 etwa zwischen 0,8 und 0,9 (Tab. 33) liegt. Abbildungen 45 und 46 stellen Beispiele für Altersschätzkurven der Fibula dar.

Die proximale Epiphyse kommt im gesamten Material nur einmal vor, so daß die Maße 4(1)z2, 4(1)z3 und 4(1)z6 maximal einmal gemessen werden können. Die Maße der distalen Epiphyse können von fünf Individuen gewonnen werden, davon werden zwei Individuen anhand von Diaphysenmaßen jünger als 14 Jahre geschätzt, die übrigen älter als 14 Jahre.

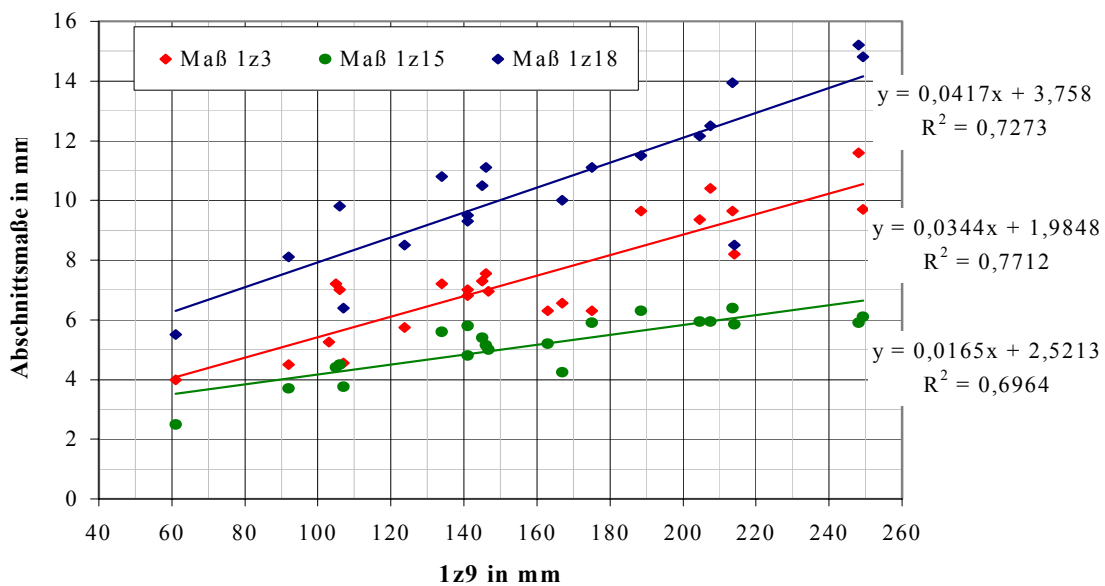


Abb. 44: Linearer Zusammenhang zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen

Tab. 33: Korrelationskoeffizienten von Abschnittsmaßen der Fibula

Maß	Korrelationkoeffizient	Maß	Korrelationkoeffizient	Maß	Korrelationkoeffizient
1z3	0,91	1z13	0,865	1z17	0,86
1z4	0,899	1z15	0,875	1z18	0,853
1z8	0,846	1z16	0,894	1z19	0,866

Alle Fibulafragmente bis 14 Jahre wurden einer Altersschätzung zugeführt. Bei einem dieser Individuen ist wegen sehr schlecht erhaltenem Fragment nur eine Schätzung innerhalb größerer Grenzen möglich. 5 Individuen werden als über 14jährig eingeordnet.

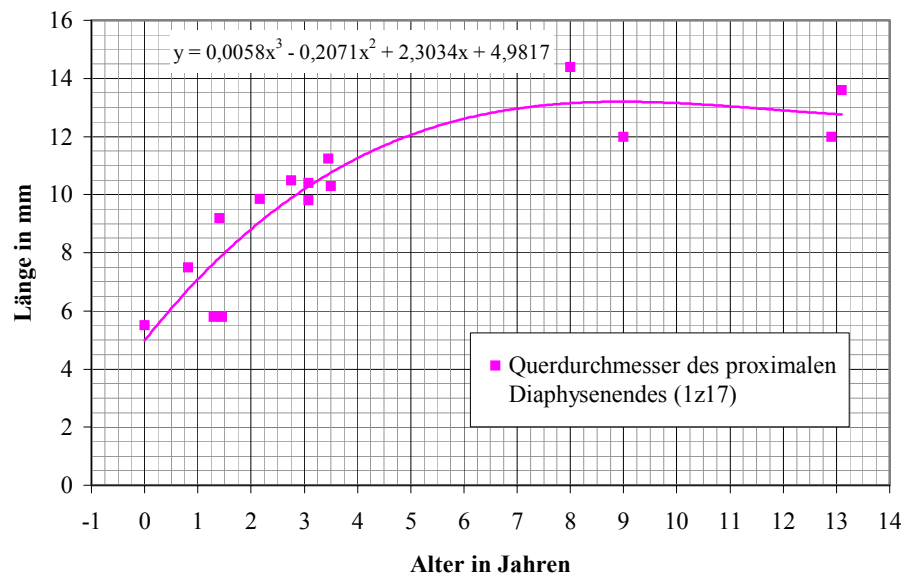


Abb. 45: Altersschätzkurve Fibula (distale Diaphyse)

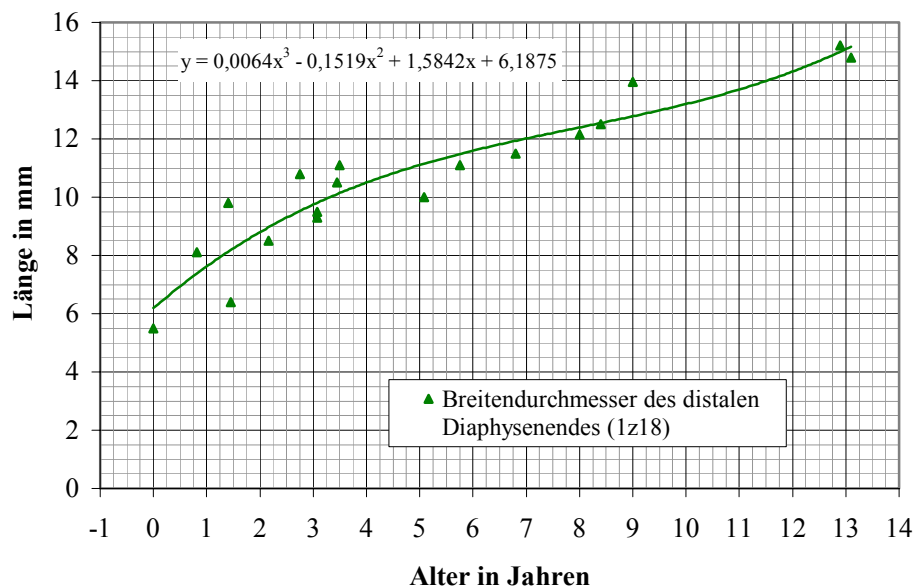


Abb. 46: Altersschätzkurve Fibula (distale Diaphyse)

Abbildung 47 zeigt den Vergleich der Altersstruktur mit und ohne Einbeziehung von Fragmenten. Hier wird eine etwa gleichmäßige Zunahme der Individuen aller Altersgruppen deutlich, in der Altersgruppe 2 ,4 und 9 ist der Zuwachs besonders ausgeprägt.

Der Rechts – Links – Vergleich erfolgt anhand von acht Fibulapaaren. Davon war bei vier Paaren die rechte Fibula größer und bei jeweils zwei Paaren die linke bzw. bestand kein Unterschied. Die gemessenen Differenzen hatten keinen Einfluß auf die Altersschätzung.

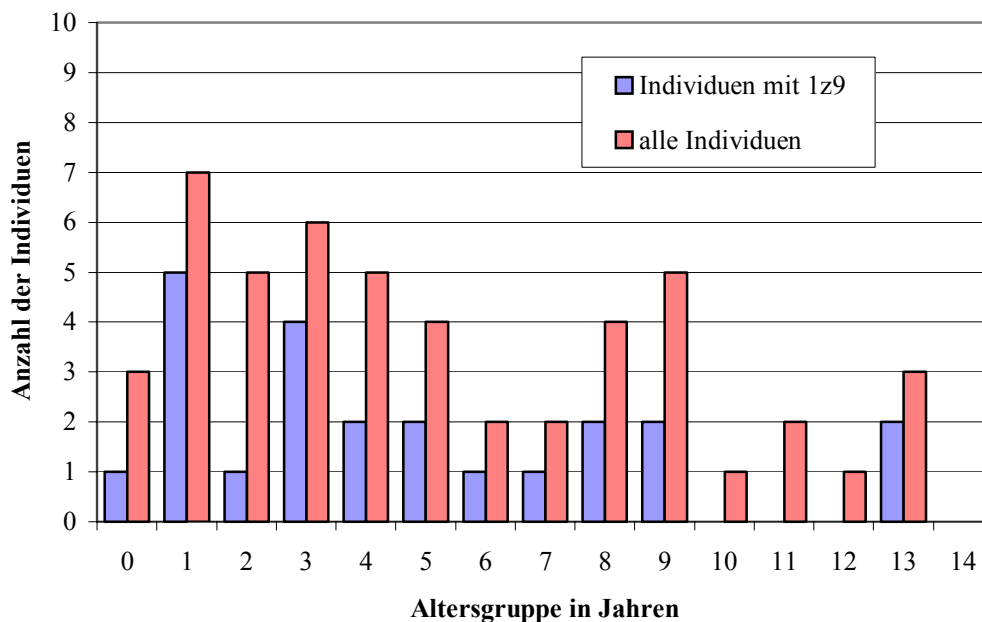


Abb. 47: Fibula - Altersstrukturvergleich mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten

5.1.7 Os ilium

Von den insgesamt 71 Individuen mit mindestens einem Os ilium wurden 50 Individuen bereits anhand eines vollständig erhaltenen Langknochens (anhand der Referenzkurve nach Stloukal und Hanáková 1978) altersgeschätzt. Vier dieser Individuen sind älter als 14 Jahre. Die Altersschätzung der übrigen 21 Individuen erfolgte an Maßen des Os ilium.

Es ist festzustellen, daß zwischen der größten Diaphysenlänge von Langknochen und Beckenmaßen während des Wachstums ein linearer Zusammenhang (Beispiele in Abb. 48 bis 50) besteht.

Die Korrelationskoeffizienten betragen zwischen 0,942 und 0,997, im Durchschnitt 0,976 und zeigen einen starken linearen Zusammenhang zwischen Größenzunahme der Langknochen und Größenzunahme des Os ilium (vgl. Tabelle 34).

Tab. 34: Korrelationskoeffizienten zwischen Maßen am Os ilium und Langknochenlänge

Maß	Bezeichnung	Korrelationskoeffizient		
		Humerus H3/4z1	Femur 1z1	Tibia 1z1
1zc	Bogenlänge der Christa iliaca entlang der Mitte der Apophysenfläche	0,971	0,973	0,955
9a	Darmbeinlänge	0,97	0,985	0,979
12z	Darmbeinbreite (ohne Apophyse)	0,978	0,989	0,985
Z4a	Darmbeinhöhe	0,989	0,976	0,942
Z5b	Zweiter Durchmesser des „Acetabulum“	0,945	0,977	0,981
Z6	Schräge Darmbeinhöhe	0,989	0,986	0,986
Z7	Weite des Darmbeines	0,966	0,985	0,997

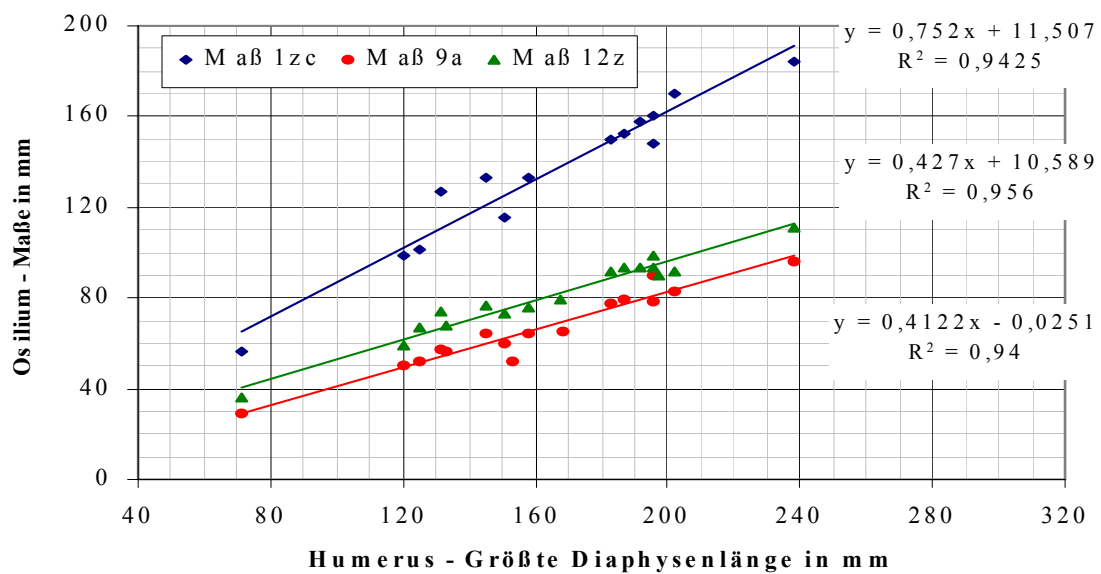


Abb. 48: Korrelation zwischen Humerusdiaphysenlänge und Maßen am Os ilium

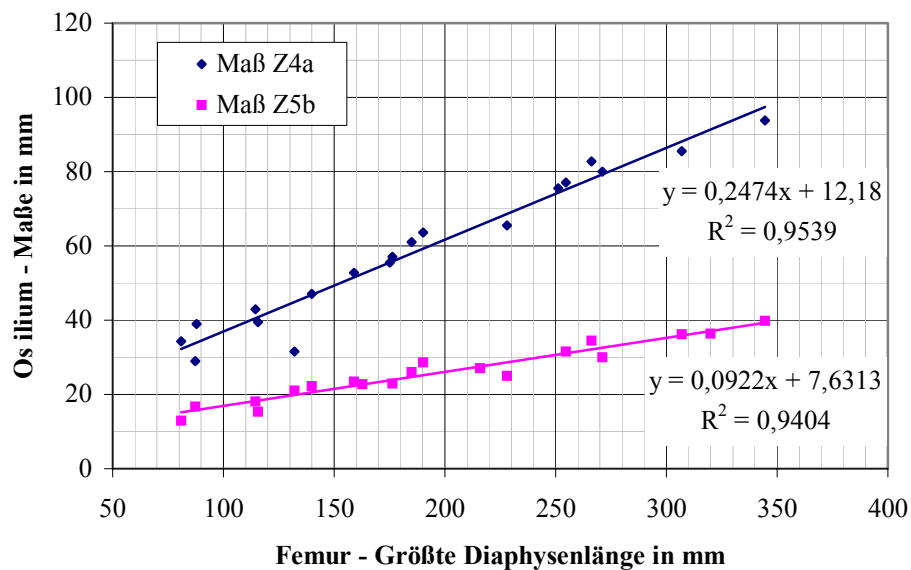


Abb. 49: Korrelation zwischen Femurdiaphysenlänge und Maßen am Os ilium

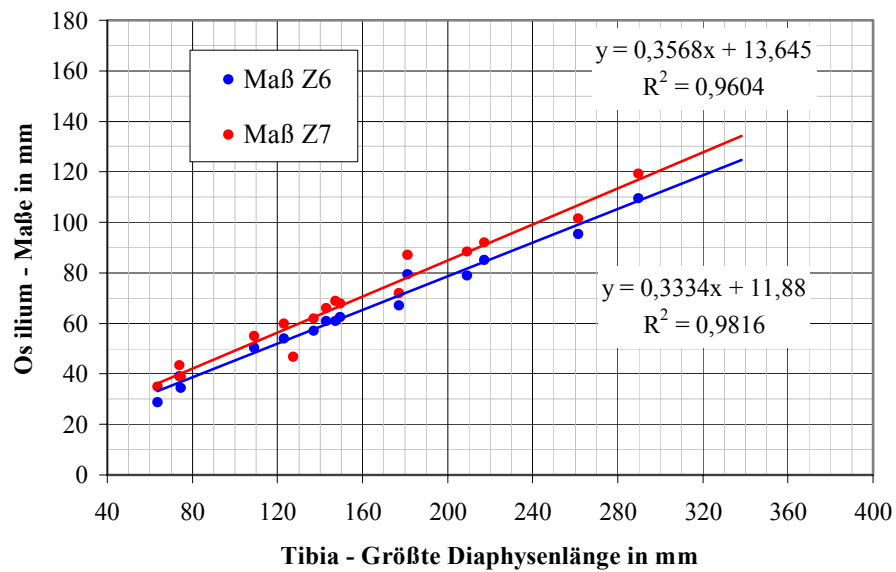


Abb. 50: Korrelation zwischen Tibiadiaphysenlänge und Maßen am Os ilium

Anhand dieser Beobachtung erfolgte die Zuordnung der Maße des Os ilium nach ihrer Eignung für die Altersschätzung in die Gruppen 1 bis 3 (Tabelle 35).

Tab. 35: Wichtung der Abschnittsmaße des Os ilium nach ihrer Eignung

Priorität	Maßbezeichnung
Gruppe 1	1za; 1zb; 1zc; 9a; 2z; 13z; 13az; Z2; Z3b; Z4a; Z4b; Z5a; Z5b; Z6; Z7; Z8
Gruppe 2	10z3; 10z4; 31z; 32z; Z1a; Z9; Z10; Z11; Z12; 11; 11a; 15(1)
Gruppe 3	Z1b

Alters – Meßstrecken- Diagramme wurden von 19 verschiedenen Maßen erstellt, Beispiele sind in den Abbildungen 51 bis 54 dargestellt:

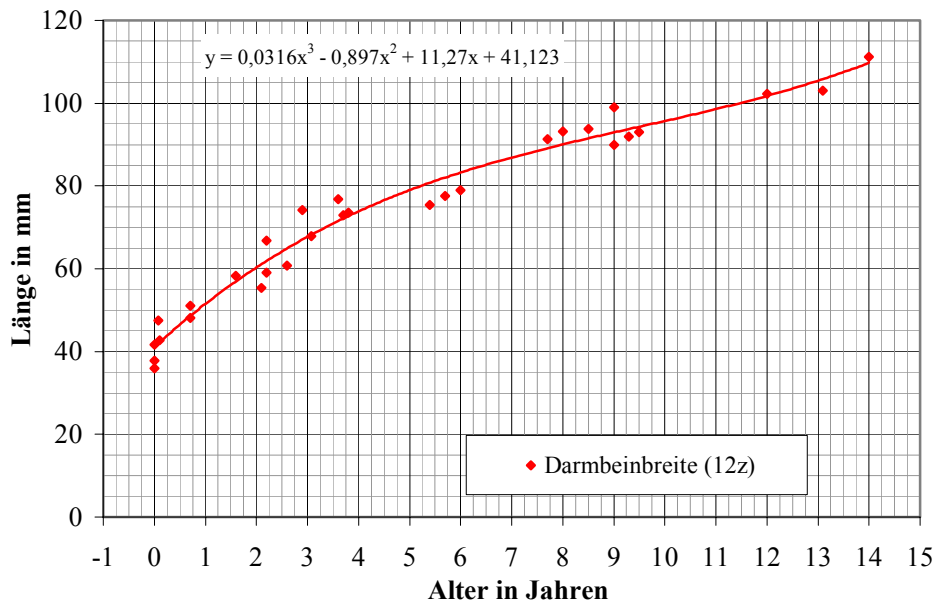


Abb. 51: Altersschätzkurve - Os ilium

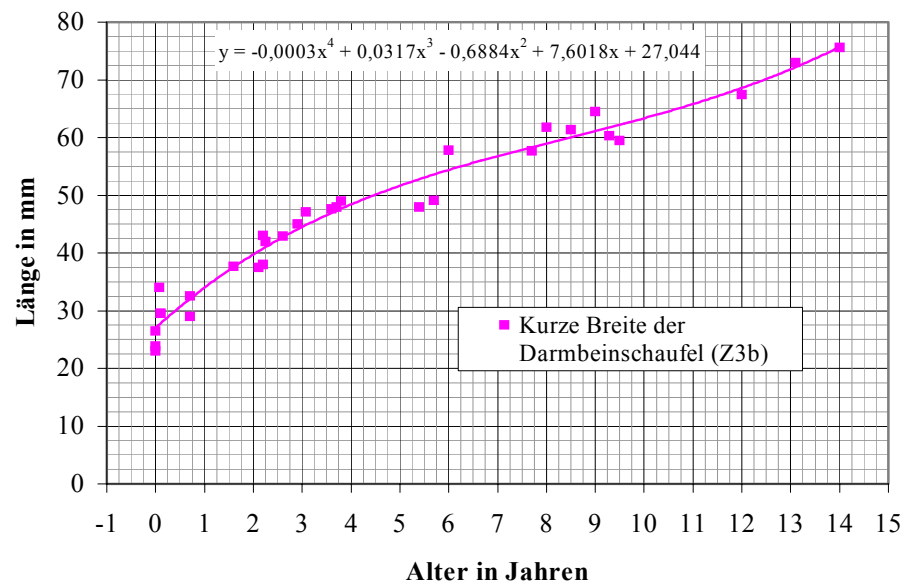


Abb. 52: Altersschätzkurve - Os ilium (Darmbeinschaukel)

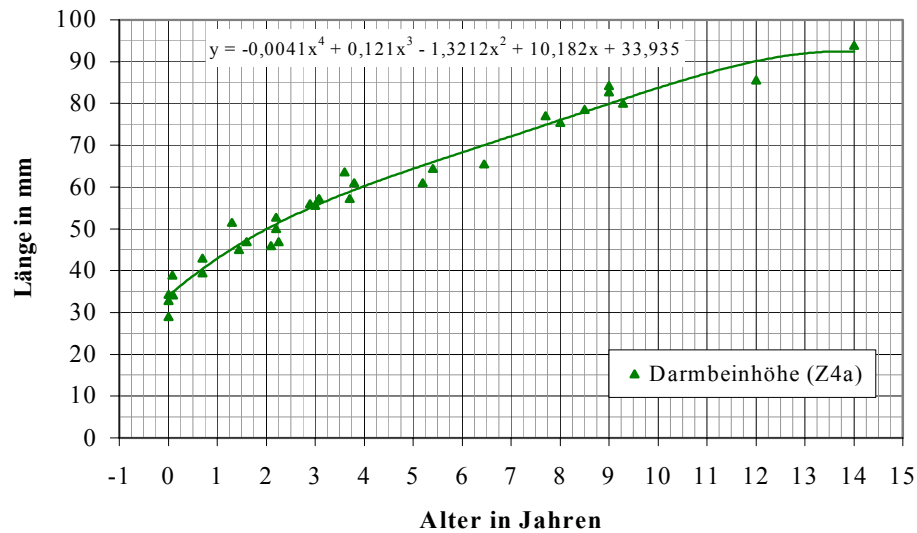


Abb. 53: Altersschätzkurve - Os ilium

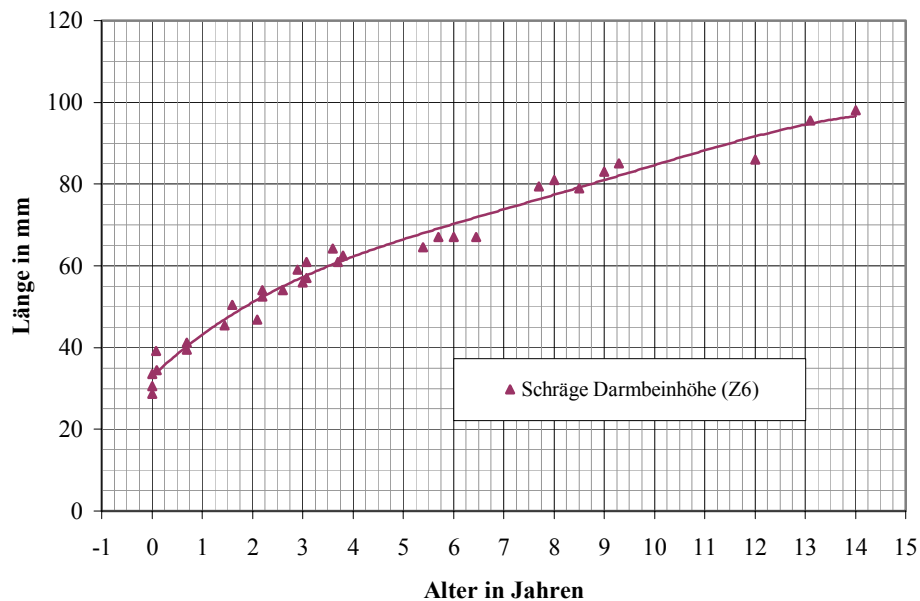


Abb. 54: Altersschätzkurve - Os ilium

Es konnten alle 21 Individuen altersgeschätzt werden. Ein Individuum konnte aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes nur in weiten Grenzen geschätzt werden. Zwei Individuen wurden über 14jährig eingeordnet. Das Ergebnis wurde im Säulendiagramm (Abb. 55) dargestellt. Die Altersstruktur der Individuen, die mindestens ein Os ilium aufweisen, ist gekennzeichnet durch einen hohen Anteil von Säuglingen und Kindern der Gruppe Infans 1, ein zweiter Gipfel ist im Alter von 9 Jahren angedeutet.

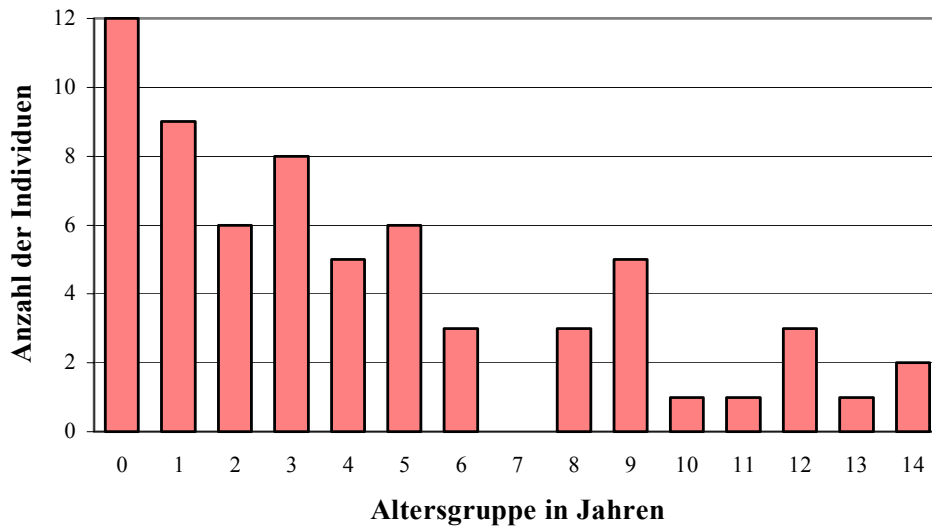


Abb.55: Altersstruktur der Individuen mit mindestens einem vorhandenen Os ilium

Die Ermittlung des Rechts – Links – Unterschiedes an drei Diametern ergibt für 10 Knochenpaare am Maß 12z Unterschiede im Zehntelmillimeterbereich, an den Maßen Z6 und Z7 maximale Differenzen von 1,3 bzw. 2,1%. Diese Unterschiede hatten hier keinen Einfluß auf das geschätzte Alter.

5.1.8 Schambein (Os pubis)

Das Material beinhaltet 26 Individuen mit mindestens einem Os pubis. Es ist der Skelettabschnitt, der - von den hier untersuchten - am seltensten erhalten ist. 19 dieser Individuen werden durch die Langknochenuntersuchung altersgeschätzt, davon werden drei Individuen älter als 14 Jahre geschätzt.

Zwischen Längenentwicklung der größten Diaphysenlänge der Langknochen Humerus, Femur und Tibia und Maßen am Os pubis wird ein linearer Zusammenhang festgestellt (Abb. 56). Die Korrelationskoeffizienten zeigen bis auf geringe Ausnahmen eine sehr enge Wachstumsbeziehung an (Tabelle 36).

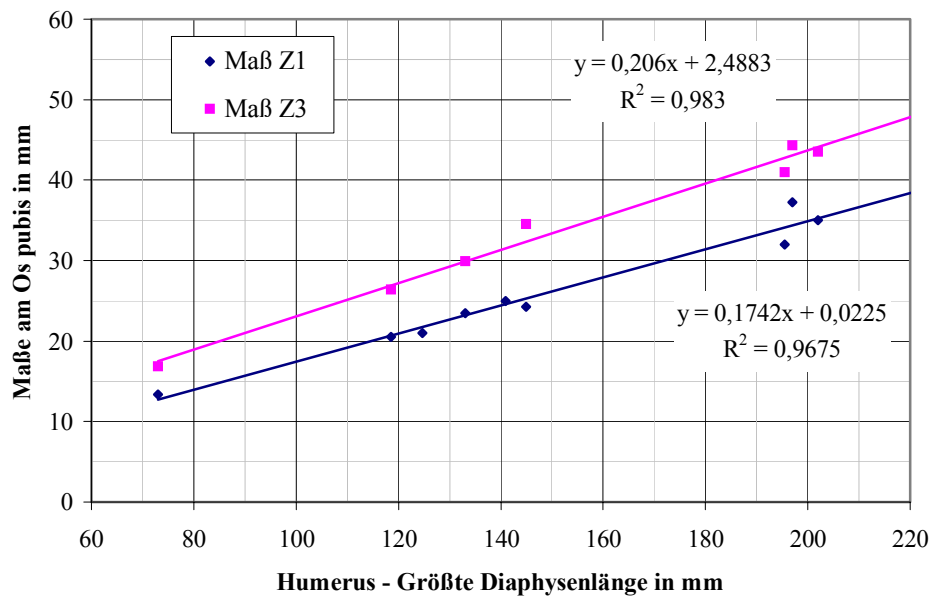


Abb. 56: Linearer Zusammenhang zwischen größter Humerusdiaphysenlänge und Maßen am Os pubis

Tab. 36: Korrelationskoeffizienten zwischen Diaphysenlänge ausgewählter Langknochen und Abschnittsmaßen am Os pubis

Maß	Bezeichnung	Korrelationskoeffizient		
		Humerus H3/4z1	Femur 1z1	Tibia 1z1
Z1	Länge des Ramus sup. ossis pubis	0,984	0,966	0,978
Z3	Facies symphysialis - Corpus ossis pubis	0,991	0,989	0,983
Z4	Umfang des Ramus superior ossis pubis	0,899	0,96	0,949
Z5	Größte Breite des Corpus ossis pubis	0,877	0,98	0,98
Z7	Ganze Höhe	0,971	0,97	0,978
Z8	Ganze Breite	0,956	0,87	0,884

Anhand der bereits genannten Kriterien werden folgende Maße zur Altersschätzung mit folgender Priorität ausgewählt (Tab. 37).

Tab. 37: Os pubis - Wichtung der Abschnittsmaße nach ihrer Eignung

Priorität	Maßbezeichnung
Gruppe 1	1; 2; 4; 7; 17a; Z1, Z3; Z4; Z5; Z6; Z7; Z8
Gruppe 2	3; 4z; Z2
Gruppe 3	5; 6; 8; 9; Z9

Zur Altersschätzung eingesetzte Alters – Meßstrecken – Diagramme werden beispielhaft in den Abbildungen 57 und 58 dargestellt.

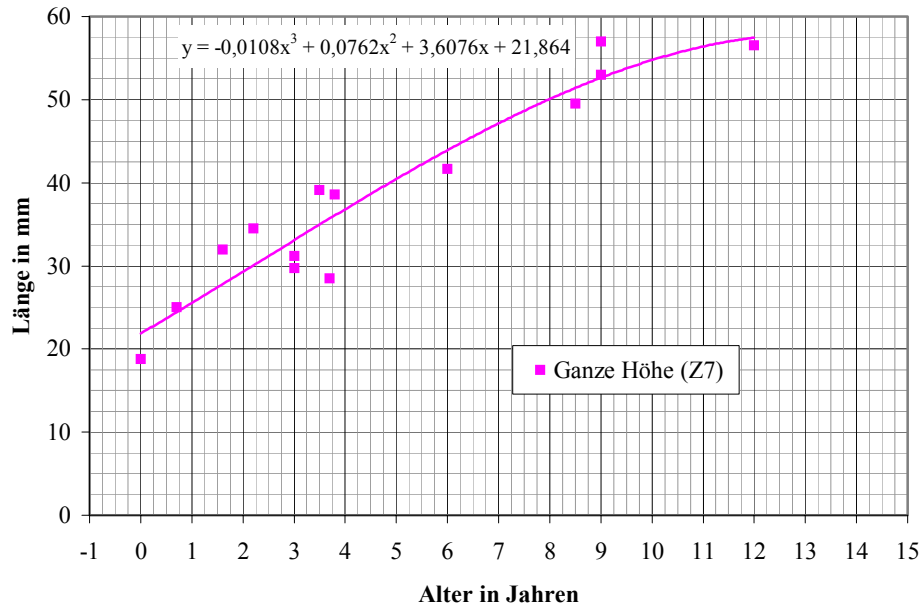


Abb. 57: Altersschätzkurve - Os pubis

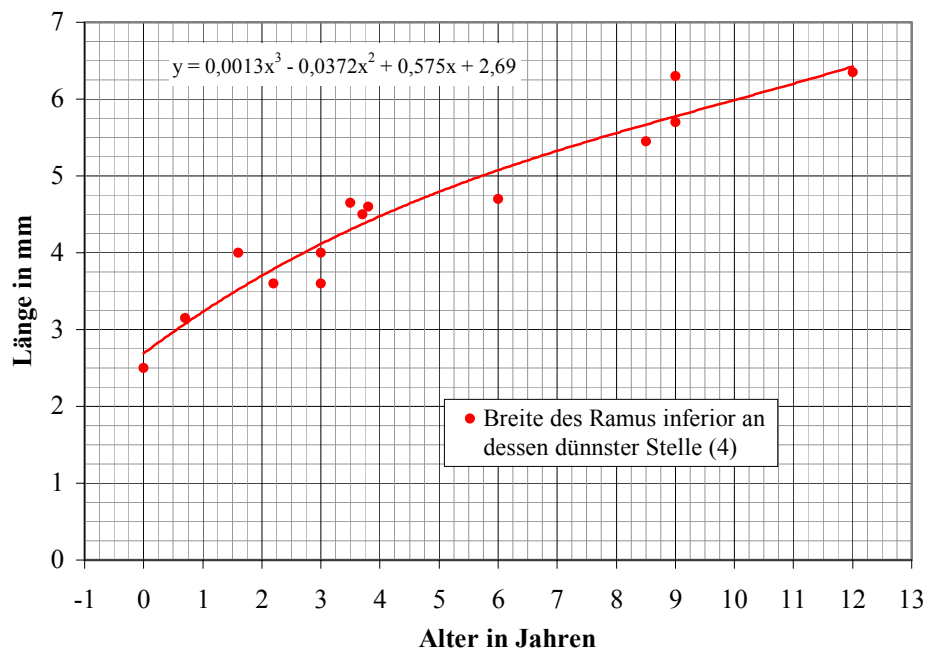


Abb. 58: Altersschätzkurve - Os pubis

Von den 7 alterszuschätzenden Individuen werden alle Altersangaben ermittelt, 3 davon werden über 14jährig eingeordnet. Die Altersstruktur der 20 Individuen bis 14 Jahre wird in einem Säulendiagramm (Abb. 59) dargestellt.

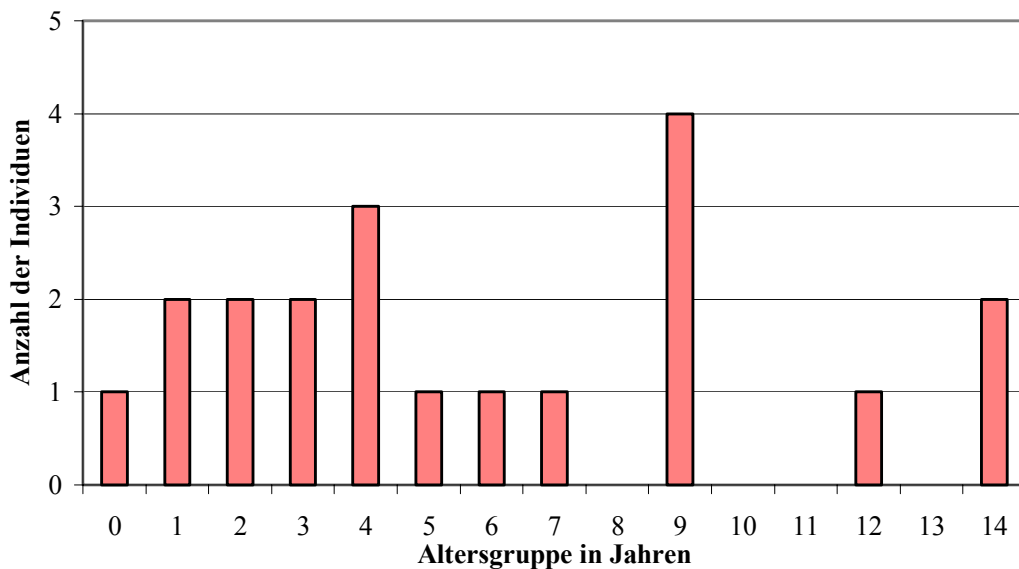


Abb. 59 : Altersstruktur aller Individuen mit mindestens einem Os pubis

Der Rechts – Links - Vergleich von 8 Knochenpaaren am Maß 17a und Z8 ergibt nahezu gleiche Häufigkeiten von Unterschieden zugunsten rechts bzw. links. Der maximale Unterschied von 4 mm (7%) trat bei einem über 14jährigen Individuum auf. Diese Differenzen haben keinen Einfluß auf das geschätzte Alter.

5.1.9 Sitzbein (Os ischii)

27 von 43 Individuen mit mindestens einem Os ischii werden anhand der Langknochenuntersuchung altersgeschätzt. Davon sind 4 Individuen oberhalb 14 Jahre einzuordnen.

Die Längenentwicklung der Meßstrecken am Os ischii bezogen auf die Längenentwicklung der ausgewählten Diaphysen zeigt in der exemplarischen Abbildung 60 eine lineare Beziehung

Sämtliche Korrelationskoeffizienten liegen zwischen 0,966 und 0,996 und belegen enge lineare Zusammenhänge (Tab. 38) .

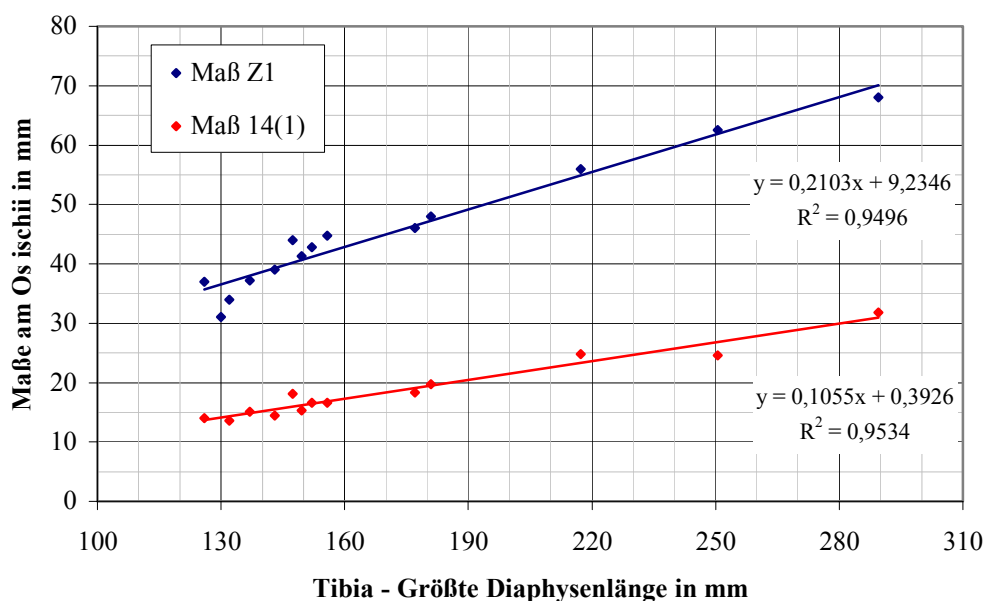


Abb. 60: Linearer Zusammenhang zwischen Humerusdiaphysenlänge und Maßen am Os ischii

Tab. 38: Korrelationskoeffizienten zwischen Langknochendiaphyse und Maßen am Os ischii

Maß	Bezeichnung	Korrelationskoeffizient		
		Humerus H3/4z1	Femur 1z1	Tibia 1z1
Z 1	Maximale Höhe des Os ischii	0,985	0,969	0,974
Z 3	Größte Länge	0,971	0,983	0,977
Z 4	Breite des Corpus ossis ischii	0,98	0,98	0,972
14(1)	Hintere Sitzbeinbreite	0,976	0,966	0,976
15	Sitzbeinhöhe	0,99	0,996	0,991
16	Sitzbeinlänge (Sitzhöhe)	0,984	0,983	0,97

Folgende Maße werden zur Altersschätzung mit folgender Priorität ausgewählt (Tab. 39):

Tab. 39: Os ischii - Wichtung der Abschnittsmaße nach ihrer Eignung

Priorität	Maßbezeichnung
Gruppe 1	Z1; Z2; Z3; Z4; 14(1); 15; 15a; 16; Z8; Z11; Z19
Gruppe 2	Z5; Z7; Z13; Z14; Z17; Z18
Gruppe 3	Z9; Z10; Z21; Z22

Zur Altersschätzung verwendete Kurven von Abschnittsmaßen sind beispielgebend in den Abbildungen 61 und 62 dargestellt.

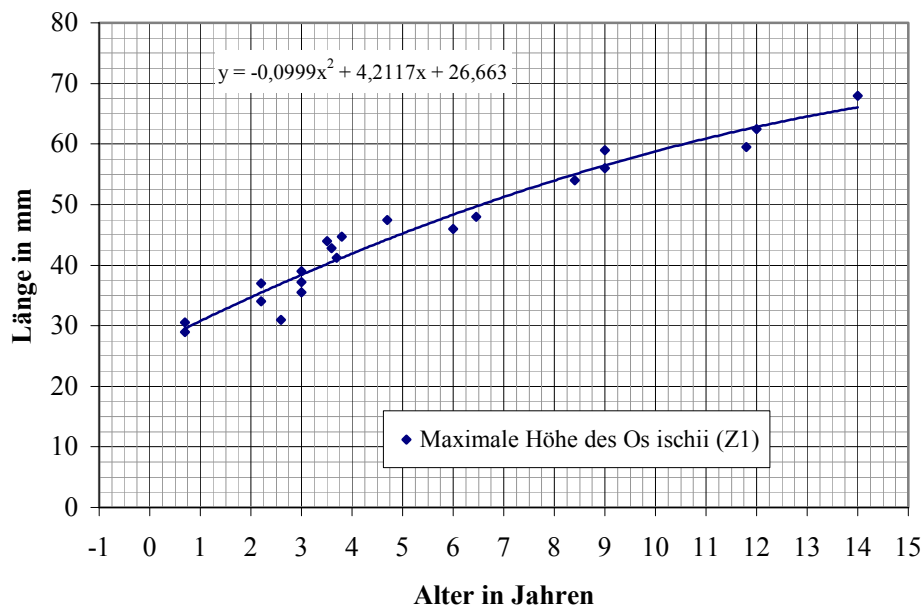


Abb. 61: Altersschätzkurve - Os ischii

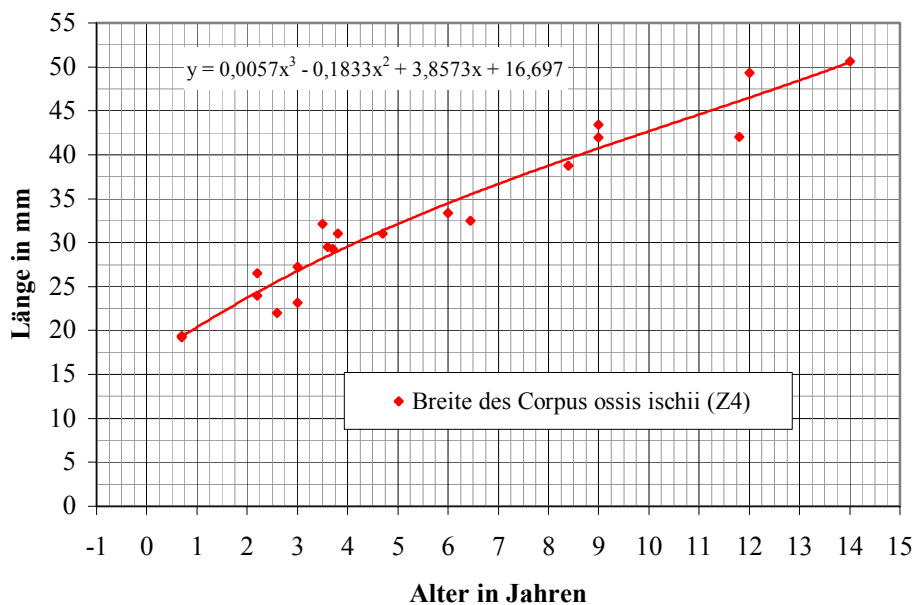


Abb. 62: Altersschätzkurve - Os ischii

Die 16 übrigen Individuen konnten altersgeschätzt werden, zwei Individuen davon über 14 Jahre. Die Altersstruktur der 37 Individuen bis 14 Jahre wird in Abb. 63 dargestellt.

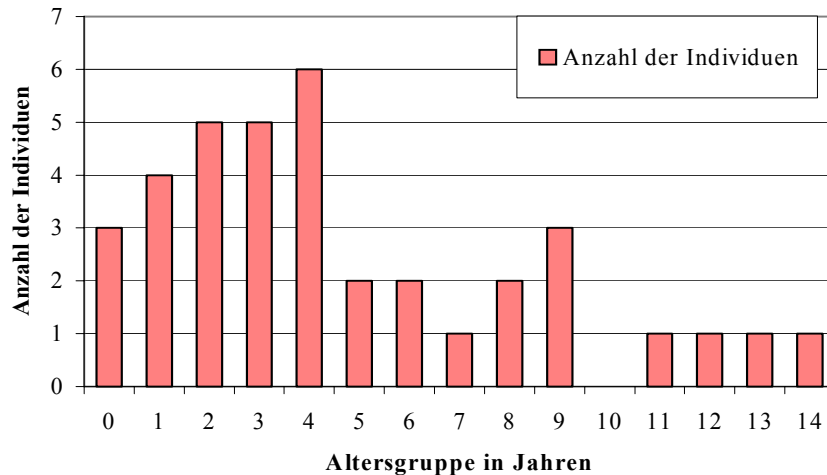


Abb. 63: Altersstruktur aller Individuen mit mindestens einem Os ischii

Der Rechts – Links – Vergleich von 13 Knochenpaaren, untersucht an den Maßen „Maximale Höhe (Z1)“ und „Maximale Breite (Z2)“, zeigt gleiche Individuenzahlen mit rechts bzw. links größerem Os ischii sowie fehlendem Seitenunterschied. Ein Einfluß auf das geschätzte Alter liegt bei Verwendung rechter oder linker Knochen hier nicht vor.

5.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Das zur Verfügung stehende Skelettmaterial wurde in der vorliegenden Untersuchung einer umfassenden metrischen Auswertung unterzogen. Es wurden die größte Diaphysenlänge und weitere Längenmaße von Langknochen sowie zahlreiche Abschnittsmaße von Lang- und Beckenknochen erfaßt (vgl. 5.1.1 bis 5.1.9). Die Anzahl der Abschnittsmaße jedes Knochenabschnittes, die entsprechend verschiedener Kriterien (vgl. 4.2.4) den Gruppen 1 (gut geeignet für die Altersschätzung) bis 3 (nicht geeignet) zugeordnet wurden, wird in der nachfolgenden Tabelle 40 zusammengefaßt.

Betrachtet man den differenzierten Einsatz der Maße entsprechend ihrer Wertigkeit (Längenmaße/Abschnittsmaße der unterschiedlichen Gruppen), so kann für die Langknochen festgestellt werden, daß 39 % aller am Einzelknochen durchgeführten Altersschätzungen anhand der größten Diaphysenlänge, 3% anhand eines weiteren Längenmaßes und weitere 50,5 % anhand eines Abschnittsmaßes erfolgt sind. Dabei wurden Abschnittsmaße der Gruppe 2 nur sehr selten zur Altersschätzung herangezogen (unter 2%). Die verbleibenden Prozente entsprechen Altersschätzungen an über 14jährigen Individuen.

Tab. 40: Anzahl von Abschnittsmaßen pro Gruppe

	Humerus	Radius	Ulna	Femur	Tibia	Fibula	Os ilium	Os pubis	Os ischii	Summe
Gruppe 1	14	14	10	27	15	9	16	12	11	128
Gruppe 2	9	3	5	11	9	7	12	3	6	65
Gruppe 3	16	12	6	18	12	9	1	5	4	83

Für die einzelnen Beckenknochen wurde in 60 % das Alter von den Langknochen herangezogen, in 26 % wurde das Alter anhand der erstellten Altersschätzkurven ermittelt. In nur zwei Fällen kamen dabei Abschnittsmaße der Gruppe 2 zur Verwendung.

Die je Skelettabschnitt eines Individuums ermittelten Altersangaben wurden zu einem Individualalter zusammengefaßt. Dadurch konnten auch die sechs Individuen einer Altersschätzung zugeführt werden, die aufgrund eines stark beschädigten Fragmentes in der Einzelknochenuntersuchung nur in groben Grenzen eingeordnet werden konnten. Im Ergebnis sind 244 der 269 Individuen 0 bis 14 Jahre alt, die Altersverteilung ist in Abb. 64 ersichtlich. 25 Individuen wurden als über 14jährig identifiziert.

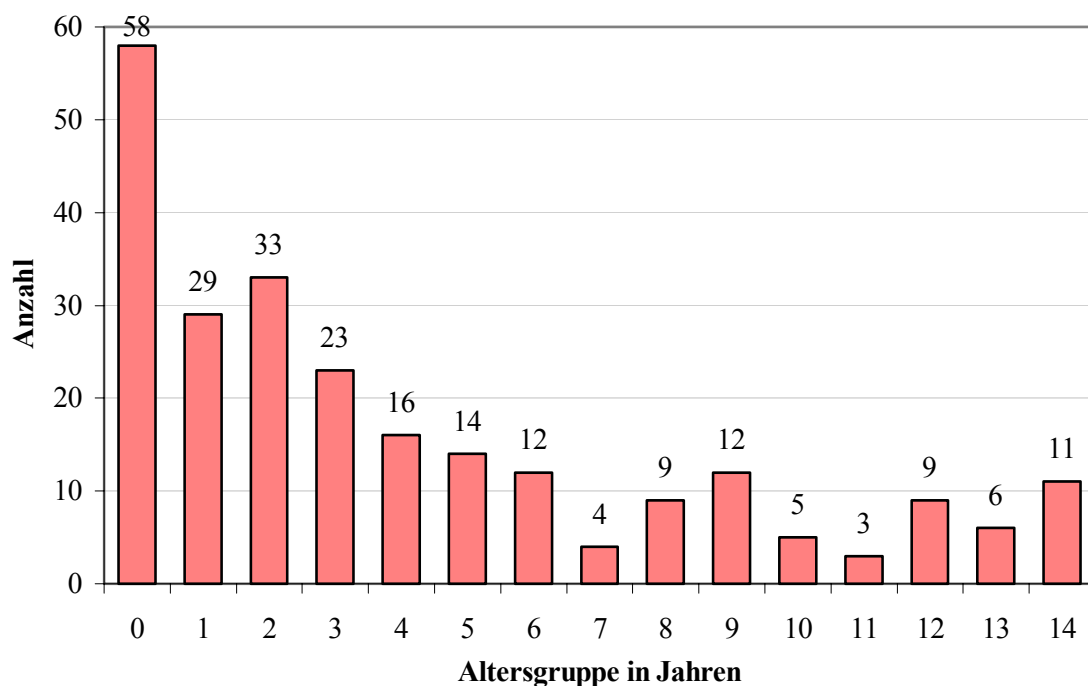


Abb. 64: Altersverteilung der Individuen bis 14 Jahre

Die Altersverteilung zeigt, daß die Individuenzahl in der Altersgruppe 0 am höchsten ist (21,6%). Die Altersgruppen 1, 2 und 3 sind mit jeweils 9 bis 12% etwa in gleicher Stärke besetzt. Insgesamt versterben im Alter von 0 bis 3 Jahren 53,3% der Subadulten ($n = 269$). Die Kindersterblichkeit nimmt dann bis zum 7. Lebensjahr ab und steigt im 8. und 9. Lebensjahr an. Die Altersgruppen 10, 11, 12, 13 und 14 sind jeweils mit 1 bis 4% besetzt. 9% der Subadulten war über 14 Jahre.

Durch die Erweiterung der Methode der Altersschätzung, wie sie in der vorliegenden Arbeit mit Abschnittsmaßen erfolgt, konnte das Sterbealter der bis 14jährigen Individuen vollständig aufgeklärt werden.

Bei der Zusammenführung der je Skelettabschnitt gewonnenen Altersangaben zu einem Individualalter wurde festgestellt, daß bei 7 Individuen die Altersangabe eines Skelettabschnittes nicht mit den Ergebnissen der anderen Skelettabschnitte vereinbar war. Für die Ermittlung des Individualalters wurden diese „Ausreißer“ nicht berücksichtigt. Hier ist im Rahmen der Gräberfeldbereinigung die Zuordnung der Skeletteile zu überprüfen.

6 Diskussion und Ausblick

6.1 Diskussion über Material und Methode

Der am häufigsten untersuchte Bestandteil des Postcraniums sind die Langknochen (Saunders 1992). Untersuchungen an ihnen beziehen sich allerdings fast ausschließlich auf die Messung der größten Diaphysenlänge (Armelagos 1927, Johnston 1961, Owsley und Jantz 1968, Blajerová 1969, Y'Edynak 1976, Merchant und Ubelaker 1977, Stloukal und Hanáková 1978, Walker 1978, Hoffmann 1979, Mensforth 1985, Hoppa 1992, Saunders et al. 1993, Miles und Bulmann 1995). Eine Beschreibung, wie mit Fragmenten verfahren wird, erfolgte bisher nicht.

Die Häufigkeitsverteilung der in der vorliegenden Arbeit bearbeiteten Langknochen ist durchaus mit anderen Arbeiten vergleichbar (Abb. 65). Femur und Humerus treten in diesen Sammlungen am häufigsten auf, gefolgt von Tibia, Radius, Ulna und Fibula.

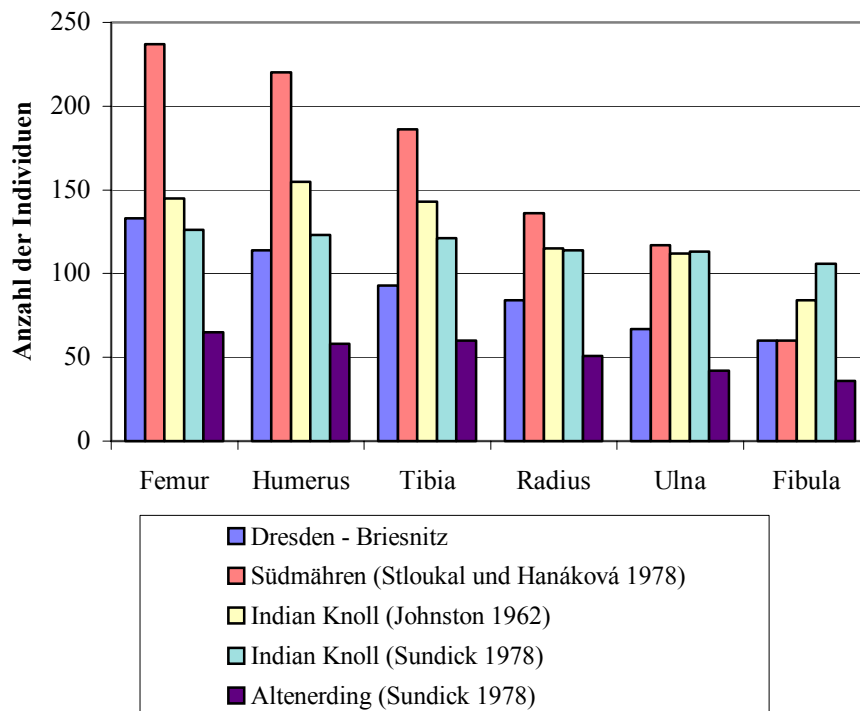


Abb. 65: Erhaltungszustand von Langknochen verschiedener Skelettsammlungen

Entsprechend Ferembach et al. (1979) wurden die Untersuchungsergebnisse an Langknochen von Stloukal und Hanáková (1978) zur Altersschätzung der hier untersuchten Individuen im Alter bis zu 14 Jahren herangezogen. Diese Vorgaben eigneten sich gut, da sie ebenfalls aus dem Mittelalter und von einer benachbarten Population gleicher Kultur (Slawen) stammen. Weiterhin handelte es sich um eine ausreichende Individuenzahl (336 Kinder von 0 bis 15 Jahren).

Um eine Altersschätzung an Fragmenten durchführen zu können, wurden Alters – Meßstrecken – Diagramme erstellt. Sie ergaben Punktwolken mit angedeutetem s-förmigen Verlauf. Früher wurde für die Auswertung einer solchen s-förmigen Wachstumskurve eine Splittung in zwei Teile vorgenommen, die dann durch jeweils eine Funktion beschrieben werden konnten. Problematisch war hier die Festlegung des Punktes, wo die Kurve zu trennen ist, und wie beide Kurven zusammengefügt werden sollten (Miles und Bulman 1994).

In der vorliegenden Arbeit wurde für die Altersschätzung anhand der erstellten Punktegruppe eine Kurve mit guter Anpassung gesucht. Es zeigte sich, daß die gebogene Regressionslinie einer polynomialen Funktion fast ausschließlich den Punkteverlauf am besten widerspiegelte. Verwendet wurden Funktionen zweiten bis sechsten Grades. Miles und Bulmann (1994, 1995) untersuchten 120 Skelette Subadulter und lieferten zur Darstellung der Wachstumsmuster (größte Länge jedes bearbeiteten Skelettabschnittes) in gleicher Weise Punktediagramme mit eingefügter Trendlinie einer polynomialen Funktion. Dazu verwendeten sie Regressionsgleichungen fünften Grades. Originaldaten wurden nicht veröffentlicht.

Humphrey (1998) nutzt für die Untersuchung des Wachstums anhand rezenter Skelette sigmoide Kurven, die nach der Gompertz – Gleichung erstellt wurden. Es handelt sich dabei um eine „verschachtelte“ Exponentialfunktion, die Gompertz im 19. Jh. zur Beschreibung des Bevölkerungswachstums aufstellte. Diese Form der Regressionsgleichung wurde in der vorliegenden Arbeit nicht eingesetzt, da die schwere numerische Handhabbarkeit im Widerspruch zur möglichen Genauigkeit der Ergebnisse steht.

Dem möglichen Nachteil polynomialer Funktionen, bei der Beschreibung des Wachstums eine negative Richtung einschlagen zu können - was im Widerspruch zur Definition des Wachstums steht - wurde in der vorliegenden Arbeit begegnet, indem Funktionen ohne negativen Anteil gewählt wurden. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß die erarbeiteten Kurven nur in dem Altersbereich verwendet werden, für den Messungen vorliegen.

6.2 Vergleich vorliegender Ergebnisse mit Daten anderer Untersuchungen

Vergleichbare Meßdaten von Abschnittsmaßen sind in der Literatur sehr spärlich. In den meisten Arbeiten wurde auf eine genaue Beschreibung des Maßes bzw. der Meßpunkte verzichtet, oder es fehlen die Rohdaten, um einen direkten Vergleich herstellen zu können (z.B. Humphrey 1998, Miles und Bulmann 1995). Ausnahmen stellen die Untersuchungen von Fazekas und Kósa (1978), Sundick (1978) sowie Schutkowski (1990) dar. Ein weiteres

Problem der Vergleichbarkeit besteht darin, daß von vielen Autoren nicht angegeben wird, nach welcher Methode bzw. nach welchem Zahnschema die Altersschätzung erfolgte.

Für verschiedene Fragestellungen, aber nicht zur unmittelbaren Altersschätzung, wurden Meßergebnisse der Diaphysen und des Os ilium, wie sie u.a. Sundick (1978, 128 Individuen von Indian Knoll, 82 Individuen von Altenerding), Fazekas und Kósa (1978, 138 Feten, rezent), Miles und Bulman (1994, 120 Individuen vom 6. Fetalmonat bis 20. Lebensjahr, 16. bis 19. Jh.) und Reynolds (1947, 183 Kinder, rezent) erarbeiteten, verwendet.

Meßwerte vom größten Durchmesser der proximalen Epiphyse des Humerus, vom Durchmesser des Caput femoris, von der größten Breite der distalen Epiphyse der Tibia und der proximalen Tibiaepiphyse wurden, soweit ein Vergleich bei unterschiedlicher Altersgruppenbildung möglich ist, Ergebnissen von Sundick (1978) gegenübergestellt (Tabellen 41 bis 44).

Tab. 41: Humerus - Größter Durchmesser der proximalen Epiphyse im Vergleich mit zwei weiteren Skelettserien (Sundick 1978)

Dresden - Briesnitz		Altenerding / Indian Knoll		
Altersgruppe in Jahren	Länge in mm	Altenerding	Indian Knoll	Altersgruppe in Jahren
		Länge in mm	Länge in mm	
4	23	16,5 - 20	22 – 23,5	3,5 – 4,5
9	27 - 29	42	29,5 - 38	8 – 10,5
>14	38,7 – 41,5	48 - 55	39 - 48	16 – 21

Tab. 42: Femur - Durchmesser des Caput femoris im Vergleich mit zwei weiteren Skelettserien (Sundick 1978)

Dresden - Briesnitz		Altenerding / Indian Knoll		
Altersgruppe in Jahren	Länge in mm	Altenerding	Indian Knoll	Altersgruppe in Jahren
		Länge in mm	Länge in mm	
4	18,3 - 19,3	16,5 - 24	15 - 21	3,5 – 4,5
5	20,2	22 - 27	18 – 25	4,5 – 5,5
6	19,7	24 – 33	21 – 29	5,5 - 6,5
9	25,5 – 28,8	29 – 38	27 – 37	8 – 10,5
-	-	32	30	10,5 - 11
11	28,9	-	-	-
12	33,2	33 - 41	31 - 38	12

Tab. 43: Tibia – Breite der proximalen Epiphyse im Vergleich mit zwei weiteren Skelettserien (Sundick 1978)

Dresden - Briesnitz		Altenerding / Indian Knoll		
Altersgruppe in Jahren	Länge in mm	Altenerding	Indian Knoll	Altersgruppe in Jahren
		Länge in mm	Länge in mm	
4	23,1 - 36	21,5 – 35	25 – 32	3,5 - 4,5
6	34	37 – 48	36,5 – 49	5,5 - 6,5
9	43,7 – 48	46 – 60	49 – 59	8 – 10,5
15	56,5 - 59	69	57,2 - 62	15

Tab. 44: Tibia – Breite der distalen Epiphyse im Vergleich mit zwei weiteren Skelettserien (Sundick 1978)

Dresden - Briesnitz		Altenerding / Indian Knoll		
Altersgruppe in Jahren	Länge in mm	Altenerding	Indian Knoll	Altersgruppe in Jahren
		Länge in mm	Länge in mm	
7,25	-	28 – 47	27 – 32	6,5 – 8
8	33,7	-	-	-
9	31 – 31,5	30,5 - 41	30 – 42,5	8 – 10,5
12	-	41 – 46	35 – 40	12
13	40,6	-	-	-
15	37 - 43	38 - 50	37 - 44	15

Die an Humerus, Femur und Tibia erhobenen Meßwerte gehen besonders in den unteren Altersgruppen (vgl. z.B. Abb. 42 und 43) mit denen von Sundick (1978) konform. Dabei besteht die bessere Übereinstimmung zu der Sammlung von Indian Knoll, die im Gegensatz zu Altenerding eine deutlich größere Individuenzahl (128 versus 82) aufweist. In den oberen Altersgruppen nehmen die Differenzen zu. Folgende Ursachen sind dabei zu berücksichtigen:

1. Das Alter wurde bei Sundick (1978) aus dem Zahnstatus gewonnen, in dieser Arbeit über die Langknochenlänge nach Stloukal und Hanáková (1978). Letztere Methode ist bei älteren Kindern ungenauer.
2. Die Fallzahl zu den vorliegenden Abschnittsmaßen ist auf beiden Seiten der Tabelle gering.
3. Die Variation nimmt mit zunehmendem Alter zu (Hoffmann 1979).
4. Es formen sich mit zunehmendem Alter aufgrund unterschiedlicher Beanspruchung Knochenvorsprünge und Kanten, die einerseits zu einer größeren Variationsbreite und andererseits zur Vergrößerung des subjektiven Meßfehlers führen können.

5. Die Bildung von Altersklassen ist nicht identisch.

Fazekas und Kósa (1966) haben an rezenten Feten die distale Diaphysenbreite von Humerus und Femur gemessen. Diese Meßergebnisse von Feten im 10. Lunarmonat (48 cm und 51,5 cm Scheitel – Fersen - Länge) sind in Tabelle 45 den Ergebnissen an Individuen der Altersgruppe 0 (Dresden – Briesnitz) gegenübergestellt:

Tab. 45 Distale Diaphysenbreite ausgewählter Langknochen

Langknochen	Distale Diaphysenbreite in mm	
	Dresden – Briesnitz, 0 Jahre	rezente Sammelserie, 10. Lunarmonat
Humerus	17,0	15,7 / 16,7
Femur	19,0	18,7 / 19,9

Folgt man Fazekas und Kósa (1966), so ist es möglich, aus diesen Breitenmaßen das Fetalalter zu bestimmen.

Am Os ilium wurde die Distanz zwischen Spina iliaca anterior superior und Spina iliaca posterior superior von zahlreichen Autoren bestimmt: Henning (1880), Merchant und Ubelaker (1977), Fazekas und Kósa (1978), Sundick (1978), Hoppa (1992) sowie Miles und Bulmann (1995). Die in der vorliegenden Arbeit erhobenen Meßwerte stimmen bis zur Altersgruppe 8 weitgehend mit denen von Sundick (1978, Altenerding) überein. In den nachfolgenden Altersgruppen divergieren die Ergebnisse zunehmend, wobei die hier erhobenen Meßwerte etwas niedriger ausfallen. Verschiedenartigkeit der Populationen (Zeitalter/Kultur), geringe Fallzahlen, unterschiedliche Zahntabellen sind dafür mögliche Ursachen. Die Werte von Henning (1880) fallen deutlich höher aus und sind nicht direkt vergleichbar, da sie an frischen Leichen erhoben wurden und dadurch Apophysenknorpel in die Meßstrecke einbezogen wurden.

Weitere Meßstrecken am Os ilium wurden von Schutkowski (1990, Weite der Incisura ischiadica major, die Tiefe der Incisura ischiadica major, die Breite des Os ilium, die Höhe des Os ilium und der Durchmesser des Acetabulum) überprüft. Weaver (1980) ermittelte sechs metrische Parameter am fetalen und kindlichen Os ilium mit dem Ziel der Geschlechtsbestimmung, leider sind die Meßergebnisse nicht in der Literatur angegeben. Humphrey (1998) ermittelte größte und kleinste Iliumbreite und setzte sie ins Verhältnis zur Erwachsenengröße, eine Nennung der Absolutwerte erfolgte nicht.

Röntgenologisch erhobene Daten am Becken von Kindern im Alter zwischen 15 Monaten und 9,5 Jahren wurden von Reynolds (1947) geliefert.

Von den 18 verschiedenen Meßstrecken an Röntgenaufnahmen des kindlichen Beckens kann wegen projektionsbedingter Veränderungen, wenn überhaupt, ein Vergleich zwischen „Ilium – Länge“ mit der hier gemessenen „Darmbeinhöhe“ und zwischen den jeweils gemessenen „Breiten der Incisura ischiadica major“ erfolgen (siehe Tabellen 46 und 47). Die Ergebnisse beider Untersuchungen liegen etwa im gleichen Trend.

Tab. 46: Os ilium – Vergleich der Darmbeinhöhe Dresden - Briesnitz mit Ergebnissen von Reynolds (1947)

Dresden - Briesnitz		Südwest- Ohio		
Altersgruppe in Monaten	Länge in mm	männlich	weiblich	Altersgruppe in Monaten
		Länge in mm	Länge in mm	
24	57,2	60,5	58,8	22
36	63,6	66,7	65,4	34
48	67,9	71,6	70,5	45
60	72	77,1	74,8	57

Tab. 47: Os ilium – Vergleich der Breite der Incisura ischiadica major Dresden – Briesnitz mit Ergebnissen von Reynolds (1947)

Dresden - Briesnitz		Südwest- Ohio		
Altersgruppe in Monaten	Länge in mm	männlich	weiblich	Altersgruppe in Monaten
		Länge in mm	Länge in mm	
24	13,6	12,4	12,1	22
36	13,3	13,7	14,4	34
48	14,4	13,9	15,5	45
60	17,6	15,5	16,6	57

Miles und Bulmann (1995) erstellten Punktediagramme mit angepaßter Kurve (ohne Angaben von Rohdaten) zur „Darmbeinbreite (12z)“. Anfangs- und Endpunkt sowie Kurvenverlauf stimmen mit der vorliegenden Arbeit überein. In beiden Arbeiten ist ein rascher Anstieg der Darmbeinbreite im Kleinkindesalter zu verzeichnen, es folgt ein allmählicher Anstieg bis zum 11. bzw. 12. Lebensjahr, an den sich ein weiterer Wachstumsschub anschließt. Letzterer Spurt kommt in der Darstellung von Miles und Bulmann (1995) deutlicher zum Ausdruck, da Individuen bis zum Alter von 20 Jahren untersucht wurden.

6.3 Die Altersverteilung der Subadulten des Gräberfeldes

Bei der demographischen Aufarbeitung von Gräberfeldern sind Kleinkinder häufig unterrepräsentiert (Heidenreich 1998). Es wurde oft versucht, ihren Anteil durch Schätzgrößen rechnerisch zu korrigieren (Bach und Bach 1989). Wie Greven - Peters (1997) feststellt, liegen „folglich Angaben zur neo- und postnatalen Sterblichkeit nicht vor“ (S. 123). Um diesem Manko zu begegnen, wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, das Sterbealter sämtlicher Individuen zu schätzen. Bei alleiniger Anwendung der Methode, die Individuen anhand ihrer größten Diaphysenlänge einzuordnen, konnte von 45 Prozent aller Individuen das Alter geschätzt werden. Durch die Erweiterung der o.g. Methode der Altersschätzung, wie sie in der vorliegenden Arbeit mit Abschnittsmaßen erfolgte, konnte das Sterbealter der bis 14jährigen Individuen mit genügender Genauigkeit vollständig geschätzt werden, also auch derer, deren Skelettreste stark beschädigt und in Form von Fragmenten vorliegen. Dabei zeigt sich eine Verschiebung der Altersverteilung zugunsten der unteren Altersgruppen (vgl. Abb. 66).

Der deutliche Zugewinn altersgeschätzter Individuen ist für Infans 1 (0 bis 6 Jahre) für jeden Langknochen in Abbildung 67 ersichtlich. Aus dieser Darstellung ergibt sich eine Zunahme altersgeschätzter Langknochen um 58,7%.

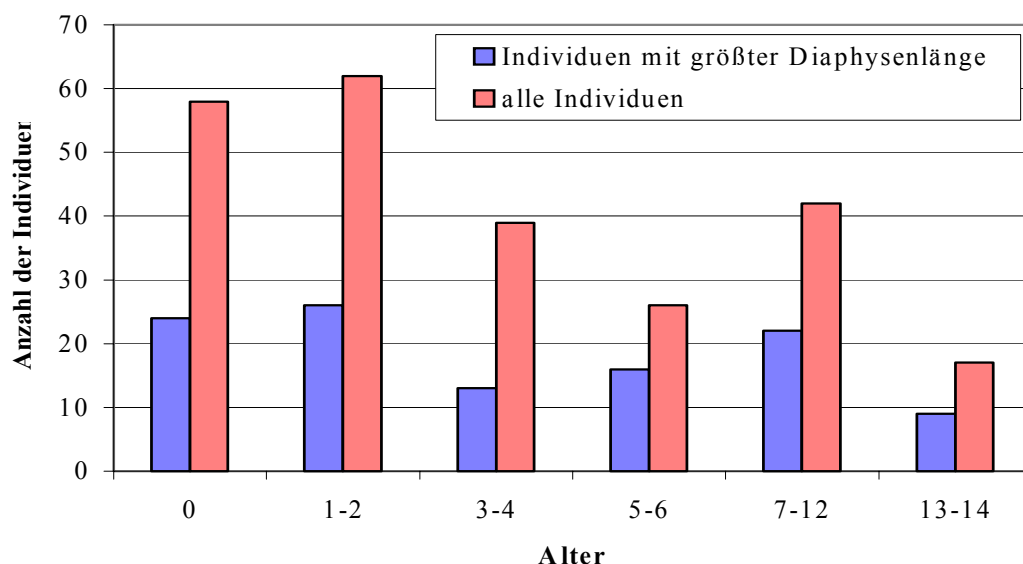


Abb. 66: Vergleich der Altersstruktur des Gräberfeldes Dresden – Briesnitz bei alleiniger Betrachtung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978) mit den Ergebnissen nach Altersschätzung aller Individuen

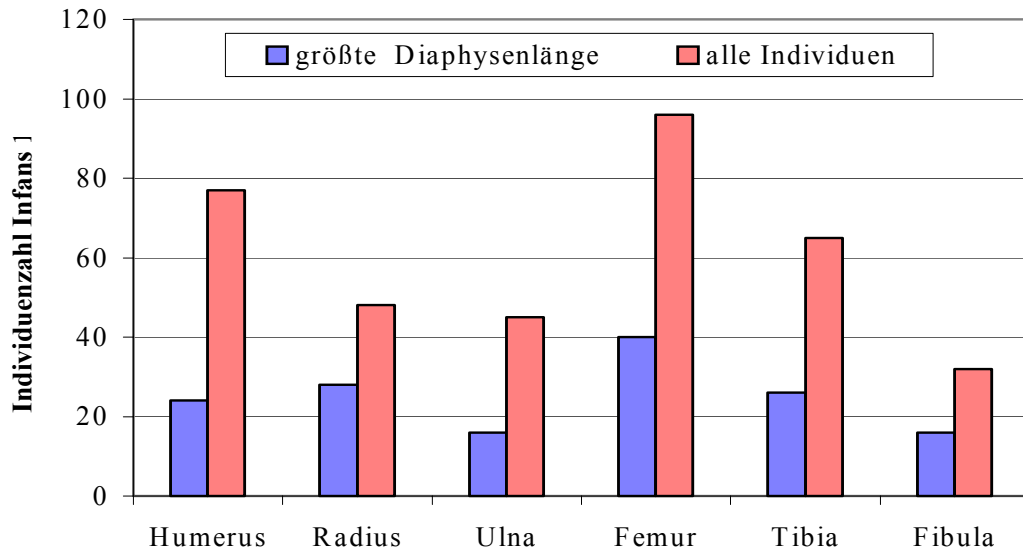


Abb. 67: Vergleich altersgeschätzter Individuen der Altersgruppe Infans 1 anhand der einzelnen Langknochen bei alleiniger Verwendung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978) mit den Ergebnissen nach Altersschätzung aller Individuen

Die Altersverteilung aller untersuchten Individuen (Abb. 64 und 66) zeigt eine hohe Sterblichkeit von Säuglingen und Kleinkindern, obwohl gerade die Skeletteile der jüngsten Individuen rascher im Boden vergehen und aufgrund ihrer Größe und unspezifischen Form bei Ausgrabungen häufig übersehen werden (Sundick 1978). Miles und Bulmann (1994) gaben an, daß die Kindersterblichkeit der untersuchten schottischen Population in der Periode von 1500 bis 1850 etwa 42 % betragen habe, im ersten Lebensjahr seien bereits 281 von 1000 Kindern verstorben. Pokorná (1977) fand bei der Altersschätzung von 56 Kinderskeletten eines slawischen Gräberfeldes die höchste Mortalität im Alter von 2 bis 3 Jahren, im Alter bis zu 3 Jahren betrug die Sterblichkeit 29%. McGregor et al. (1961) untersuchten in einer longitudinalen Studie westafrikanische Kinder von 0 bis 7 Jahren. Sie stellten fest, daß 43% der Kinder vor ihrem 7. Lebensjahr starben. Die Mortalitätsrate stieg bis zum 3. Lebensjahr an und nahm dann wieder bis zum 7. Lebensjahr ab. Auch Johnston (1962) fand bei 165 Kinderskeletten von Indian Knoll eine hohe Kleinkindersterblichkeit: im Alter bis 5,5 Jahren war die Altersgruppe Feten / Neugeborene / Säuglinge bis 6 Monate mit einem Anteil von 51% vertreten, die Altersgruppe der 6 bis 18 Monate alten Kinder mit 27 %, die weiteren Einjahresgruppen mit 4 bis 6,6% . Ähnliche Ergebnisse legten Merchant und Ubelaker (1977) vor: Von den bis 18jährigen Individuen waren 78% 0 bis 3 Jahre alt. Allein 36% nahm die Gruppe der 0jährigen Individuen ein. Ein Vergleich der Altersstruktur dieser Arbeit mit den Untersuchungen von Johnston (1962) und

Merchant und Ubelaker (1977) erfolgt in Abbildung 68.

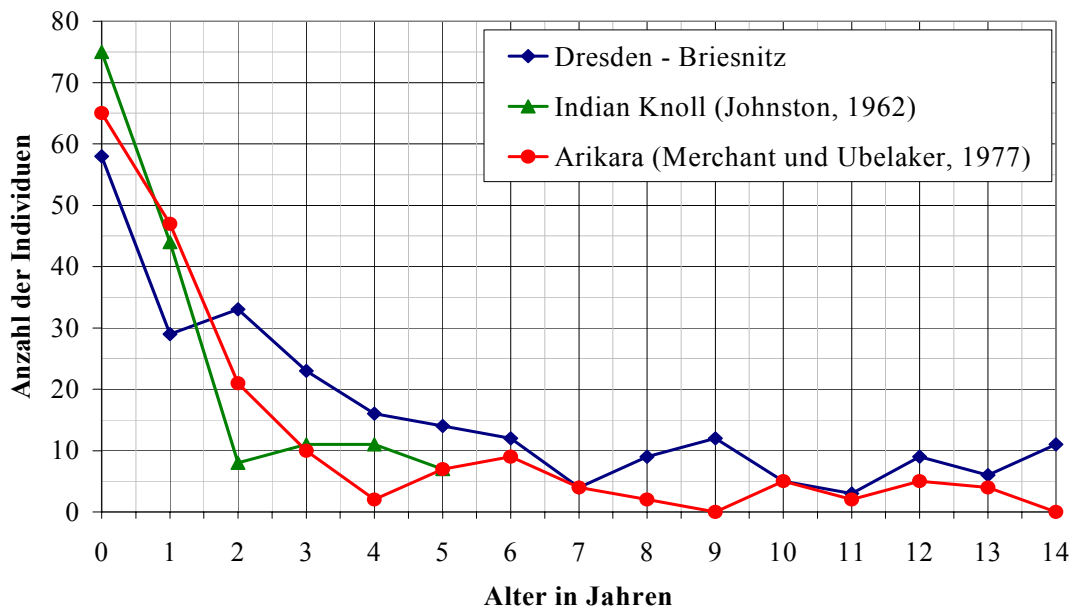


Abb. 68: Altersverteilung der Subadulten innerhalb ausgewählter Gräberfelder

Bei allen drei Untersuchungen wird die hohe perinatale Sterblichkeit mit dann rascher Abnahme in den ersten Lebensjahren deutlich. Nach Sundick (1978) ist es bei großen archäologische Populationen (über 500 Individuen) nicht ungewöhnlich, daß 25 bis 50% der Subadulten unter 5 Jahre alt sind.

Ursachen für die hohe Säuglingssterblichkeit fanden Hühne – Osterloh (1989) und Mensforth (1985) in der kritischen Phase der Entwöhnung von der Muttermilch in der zweiten Hälfte des 1. Lebensjahres, in der dann eintretenden Mangelernährung, unzureichenden hygienischen Verhältnissen, mangelnder Fürsorge und Infektionskrankheiten. Zu berücksichtigen ist auch die Müttersterblichkeit, die einen indirekten Einfluß auf die Entwicklung des Kindes hat (Hühne - Osterloh 1989). Holtfreter (1989) fand bei der Untersuchung einer Aunjetitzer Bevölkerung eine vermehrte Sterblichkeit weiblicher juveniler Individuen im Gegensatz zu männlichen. Auch Bach und Dusek (1971) beobachteten eine erhöhte Sterblichkeit frühadulter Frauen, die auf eine erhöhte Müttersterblichkeit schließen lassen. In der Perinatalperiode stellen genetische Defekte einen zusätzlichen Faktor der Sterblichkeit dar.

Die Kindersterblichkeit nimmt bis zum 7. Lebensjahr weiter ab und steigt im 8. und 9. Lebensjahr an (vgl. Abb. 52). Dieser Gipfel in der Altersklasse Infans II entspricht den Untersuchungen von Hühne – Osterloh (1989) an schlesischen Kindern einer hochmittelalterlichen Population, wo ein Häufigkeitsgipfel bei 8 bis 10jährigen innerhalb der

Altersklasse Infans II zu beobachten war. Eine mögliche Ursache ist, daß Kinder nach dem 7. Lebensjahr bereits zur schweren körperlichen Arbeit herangezogen und bei Ungehorsam härter bestraft wurden. Es wurde überliefert, daß im Mittelalter die Kindheit mit dem 7. Lebensjahr beendet war (Yapp 1995).

Die Altersverteilung der Subadulten von Dresden – Briesnitz zeigt in den Gruppen <1 Jahr, 1 bis 5 Jahre und 6 bis 13 Jahre eine praktisch identische Verteilung, wie sie für die ebenfalls im Mittelalbe – Saale – Gebiet gelegenen mittelalterlichen slawischen Gräberfelder Espenfeld (Bach und Dusek 1971) und Rohnstedt (Bach 1986) gezeigt werden konnte (Abbildung 69). Die Altersgruppenbildung erfolgte in Anlehnung an die Untersuchung von Espenfeld.

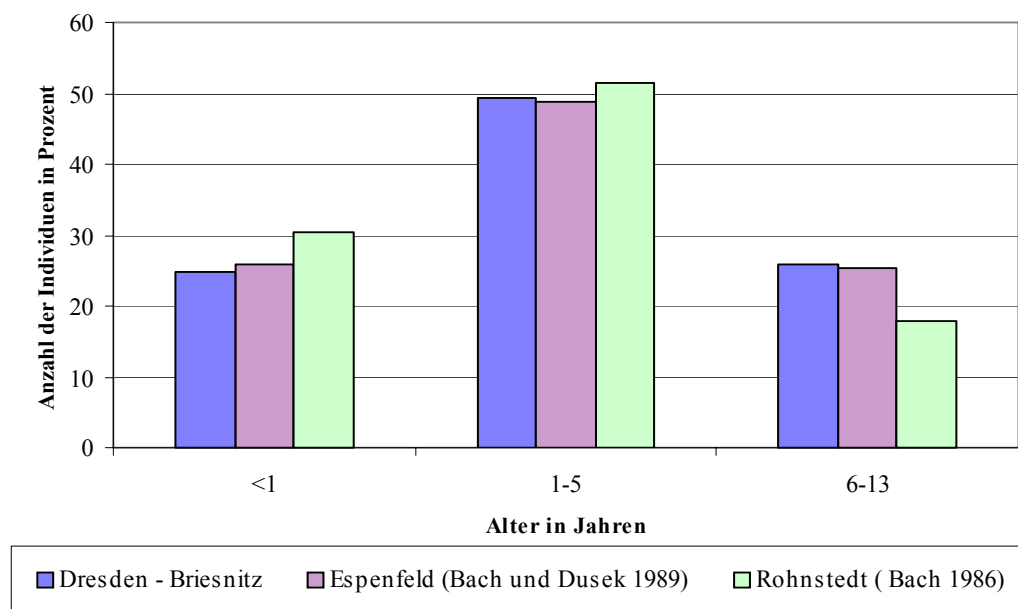


Abb. 69: Prozentuale Verteilung der Individuen innerhalb verschiedener Gräberfelder auf die o.g. Altersgruppen

6.4 Anwendung der gewonnen Erkenntnisse auf die Praxis - Ausblick

Die Lang- und Beckenknochen subadulten Individuen des Gräberfeldes von Dresden – Briesnitz wurden umfassend osteometrisch ausgewertet. Mit Hilfe der erarbeiteten Altersschätzkurven für Abschnittsmaße ist es möglich, das Alter von Individuen von Populationen aus gleichem Raum und gleicher Zeitepoche einzuordnen, von denen nur ein oder mehrere Fragmente von Lang- und/oder Beckenknochen vorliegen. Für Gräberfelder oder Skelettsammlungen anderer Zeitstellungen oder Herkunft können nach dieser

Methode neue Altersschätzkurven erarbeitet werden, um die Individuen so vollständig wie möglich einer Altersschätzung zuzuführen. Bei gestörten Gräbern kann über diese Maße ein Beitrag zur Gräberfeldbereinigung geliefert werden.

Für die praktische Anwendung der in der vorliegenden Arbeit dargestellten Methode ist zu überlegen, ob mit geringerem Aufwand eine gleichwertige Aussage möglich ist. Wie in den Abschnitten 5.1.1 bis 5.1.9 bereits dargestellt, sind die Maße der Gruppe 3 nicht für die Altersschätzung geeignet. Die Maße der Gruppe 2 wurden in weniger als 2% der Individuen zur Altersschätzung verwendet. Daher wird empfohlen, Maße dieser Gruppe erst nach Prüfen des Materials und gezielt einzusetzen. Damit reduziert sich die Zahl der Abschnittsmaße von 276 (vgl. Tab. 38) auf 128. Auch bei den Maßen der Gruppe 1 ist eine Reduktion der Anzahl möglich, indem von ähnlichen Maßen nur eines in das Meßprogramm aufgenommen wird: z.B. am Humerus 5z (Größter Durchmesser des kleinsten Umfanges) oder 5z1 (Größter Durchmesser in der Mitte der Diaphyse, am Radius 2z1 (Proximale Diaphysenbreite) oder 2z2 (Größter proximaler Diaphysendurchmesser).

Für die Altersschätzung eines einzelnen Skelettindividuums anhand von Fragmenten der Langknochen oder Beckenknochen ist die breite Serie von Maßen (der Gruppe 1) sinnvoll. Besteht jedoch das Ziel darin, mit geringem Aufwand einen Überblick über die Altersverteilung einer Skelettsammlung anhand von Lang- und Beckenknochen zu erstellen, kann

- a) aus dem hier vorliegenden Pool von Meßparametern eine geeignete enge Auswahl getroffen werden oder
- b) bei ausreichend großer Materialsammlung der Skelettabschnitt, der am häufigsten vertreten ist, das Gräberfeld repräsentieren und allein ausgewertet werden.

Für den Vorschlag a) wird nachfolgend ein Meßprogramm vorgelegt, mit dem trotz geringer Anzahl von Meßparametern die fast vollständige Altersschätzung aller Individuen bis 14 Jahre des Gräberfeldes Dresden – Briesnitz mit genügender Genauigkeit und dem Anspruch des bestmöglichen Altersergebnisses für jedes einzelne Individuum erfolgen kann. Das optimale Altersergebnis für jedes Einzelindividuum ist Voraussetzung für die Erarbeitung der Gesamtaltersverteilung.

Dazu werden folgende Meßparameter vorgeschlagen:

- Größte Diaphysenlänge jedes Langknochen
- Femur: Maße 10z und 1z6

- Humerus: Maße 4z1, 14, 3z1, 7
- Tibia: Maß 1z7
- Os ilium: Maße Z5a und Z8

Abschnittsmaße von Radius, Ulna, Fibula, Os ilium und Os ischii wurden hier nicht aufgenommen, weil es insgesamt nur 15 Individuen gab, die nur durch ein Fragment dieser Skelettabschnitte repräsentiert waren.

Mit diesem Meßprogramm können 216 von 244 Individuen im Alter bis 14 Jahre des Gräberfeldes Dresden – Briesnitz altersgeschätzt werden, d.h., daß mit den 17 besten von 292 verschiedenen Meßparametern 89 % der Individuen altersgeschätzt werden können.

Für den Vorschlag b) wird hier der Femur als am häufigsten vertretener Skelettabschnitt untersucht. Die Abb. 70 und 71 zeigen, daß der Femur die Altersverteilung (in Prozent) des hier untersuchten Gräberfeldes gut wiedergibt, bei Zusammenfassung der Altersgruppen, wie es in Abb. 71 durchgeführt wurde, zeigt sich eine fast identische Altersverteilung.

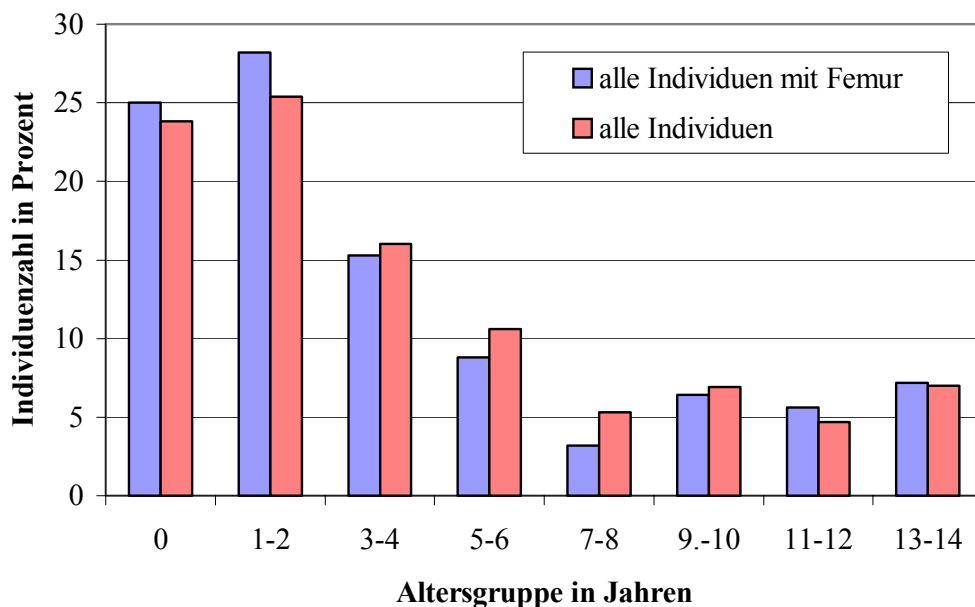


Abb. 70: Altersstrukturvergleich von Individuen mit Femur und allen Individuen

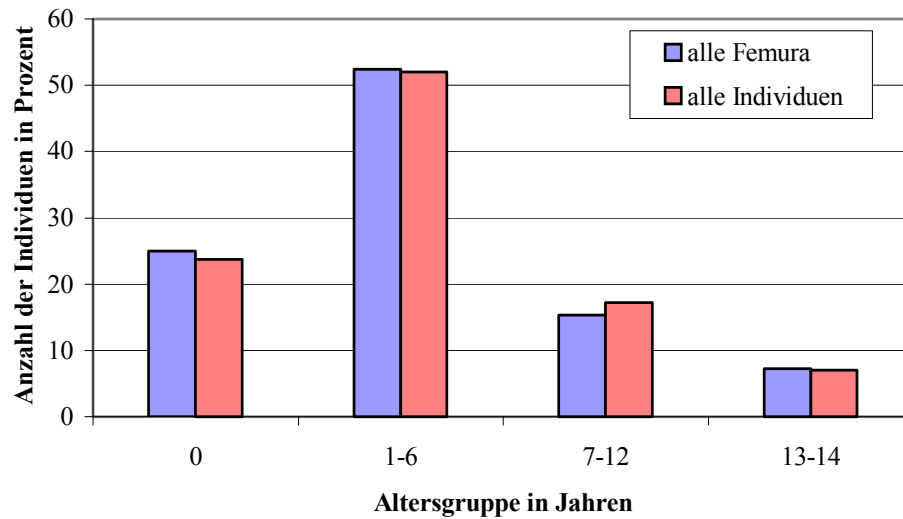


Abb. 71: Altersstrukturvergleich von Individuen mit Femur und allen Individuen bei Zusammenfassung der Altersgruppen

Aufgrund der detaillierten Altersgruppenbildung ist die Individuenzahl mit vollständig erhaltenen Diaphysen pro Altersgruppe insgesamt gering. Weitere Untersuchungen an vergleichbaren Populationen sollten deshalb die Altersschätzkurven untermauern. In neuen Untersuchungen könnte außerdem geprüft werden, ob sich andere Skelettabschnitte, z.B. Sternum oder Wirbelkörper für die Altersschätzung eignen.

7 Zusammenfassung

Die Sterbealterschätzung von Kindern anhand ihrer Skelette ist ein wichtiger Bestandteil bei der Untersuchung eines Gräberfeldes. Ziel der Arbeit war die vollständige Ermittlung des Sterbealters der subadulten Individuen des Gräberfeldes von Dresden – Briesnitz. Es handelt sich hierbei um ein hochmittelalterliches slawisches Gräberfeld, das bei Rettungsgrabungen zwischen 1991 und 1993 geborgen wurde. Zur Bearbeitung lagen Lang- und Beckenknochen von 269 Individuen vor. Das Material bestand zu einem großen Anteil aus Fragmenten.

Die Literaturrecherche und –auswertung umfaßt die Analyse der morphologischen und metrischen Entwicklung des Skelettsystems vom Beginn der Knochenbildung bis zum Abschluß der Adoleszenz. Besonderes Augenmerk wurde auf die metrische Entwicklung der Lang- und Beckenknochen gelegt. Dazu wurden die Ergebnisse verschiedener radiologischer und osteologischer Untersuchungen in Tabellen vereint.

Die Altersschätzung anhand von unzerstört vorliegenden Langknochen erfolgte entsprechend den „Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett“ der Arbeitsgruppe europäischer Anthropologen (Ferembach et al. 1979) anhand der größten Diaphysenlängen, wie sie von Stloukal und Hanáková (1978) vorgegeben wurden. Mit dieser Methode konnten 45% der zu untersuchenden Individuen altersgeschätzt werden.

Für das fragmentarisch vorliegende Material und für Individuen, die nur noch durch Beckenknochen repräsentiert waren, wurden die Möglichkeiten der Altersschätzung erweitert. Dazu wurde für jeden Lang- und Beckenknochen ein Meßprogramm mit einer umfangreichen Zahl an Abschnittsmaßen zusammengestellt. Die Altersschätzkurven von Abschnittsmaßen wurden von den Ergebnissen der bereits altersgeschätzten Individuen hergeleitet. Diese erlauben eine Altersdiagnose an fragmentarisch erhaltenen Langknochen und Beckenknochen von Individuen bis 14 Jahre, die zu einem Individualalter zusammengefaßt wurden. Die über 14jährigen Individuen wurden anhand ihrer Länge dieser Altersgruppe zugeordnet und dann anhand des Epiphysenschlusses bezüglich dieser Einordnung überprüft.

Mit dieser Herangehensweise konnten alle 269 Individuen, davon 244 im Alter bis 14 Jahre, altersgeschätzt werden. Die Zusammenfassung der Ergebnisse in Form von Säulendiagrammen zeigt deutlich den hohen Anteil von Säuglingen und Kleinkindern. Dieses Ergebnis entspricht zahlreichen Angaben zur Säuglings- und Kleinkindersterblichkeit in vorangegangenen Untersuchungen. Die Altersverteilung der Individuen bis 14 Jahre ist mit der Altersverteilung der Gräberfelder bei Espenfeld und Rohnstedt vergleichbar.

Der Anteil der Individuen, der durch die Verwendung von Abschnittsmaßen zusätzlich altersgeschätzt werden kann, führt zu einer Verschiebung der Altersstruktur zugunsten der unteren Altersgruppen.

Die erarbeiteten Altersschätzkurven können für die Ermittlung des Alters von Skelettindividuen von Populationen gleicher Zeitstellung, gleichen Raumes und gleicher Kultur eingesetzt werden. Für andere Skelettserien können nach diesen Angaben neue Altersschätzkurven erarbeitet werden.

Mit dem Aufdecken von einzelnen Skeletteilen, die aufgrund deutlicher Altersunterschiede nicht zum gleichen Individuum gehören, liefert die Arbeit einen Beitrag zur Gräberfeldbereinigung.

Für die praktische Anwendung werden aus dem umfangreichen Angebot an Meßparametern in einem Beispiel die bestgeeigneten Maße zu einem Meßprogramm zusammengestellt, das mit nur 17 verschiedenen Parametern die Altersschätzung von 88% der Individuen bis 14 Jahre dieses Gräberfeldes und damit einen guten Überblick ermöglicht. Bei genügend hoher Individuenzahl führt die alleinige Altersschätzung von Individuen anhand der vorhandenen Femura prozentual zu einer der Gesamtaltersverteilung entsprechenden Altersstruktur.

In weiteren Arbeiten sollten Altersschätzkurven für andere Populationen erarbeitet werden oder andere Skelettabschnitte bezüglich ihrer Eignung zur Altersschätzung in dieser Form geprüft werden.

Literaturverzeichnis

1. Adair, F.L. ; Scammon, R.E.
A study of the ossification centres of the wrist, knee and ankle at birth, with particular reference to the physical development and maturity of the newborn.
Am. J. Obstet. Gynecol. 2 (1921) , S. 35
2. Anderson, M. ; Messner, M.B. ; Green, W.T.
Distribution of lengths of the normal femur and tibia in children from one to eighteen years of age.
J. Bone Joint Surg. 46 [Am] ; (1964) , S. 1197 – 1202
3. Anderson, M. ; Green, W.T.
Lengths of the femur and the tibia.
Am. J. Dis. Child 75 (1948) , S. 279 – 290
4. Armelagos, G.E. ; Mielke, J.H. ; Owen, K.H. ; Van Gerven, D.P. ; Dewey, J.R.; Mahler, P.E
Bone growth and development in prehistoric populations from Sudanese Nubia
J. Hum. Evol. 1 (1927) , S. 89 – 119
5. Bach, A
Germanen – Slawen – Deutsche : Anthropologische Bearbeitung des frühmittelalterlichen Gräberfeldes von Rohnstedt, Kreis Sondershausen. Weimar : Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, 1986 (Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte ; 19)
6. Bach, H. ; Bach, A.
Paläanthropologie im Mittelelbe – Saale – Werra – Gebiet : Beiträge zur Rekonstruktion der biologischen Situation ur- und frühgeschichtlicher Bevölkerungen. Weimar : Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, 1989 (Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte ; 23)

7. Bach, H. ; Dusek, S.
Slawen in Thüringen : Geschichte, Kultur und Anthropologie im 10. bis 12. Jahrhundert. Weimar : Bohlau, 1971 (Veröffentlichung des Museums für Ur- und Frühgeschichte Thüringens ; 2)
8. Bärlocher, F.
Biostatistik. Praktische Einführung in Konzepte und Methoden.
Stuttgart ; New York : Thieme, 1999
9. Bass, W.M.
Human Osteology.
Columbia ; Missouri : Archeological Society, 1971
10. Becker, M.
Age – dependent changes and sexual differences in the formation of the cortical layer of some hand bones under different environmental conditions.
Stud. Hum. Ecol. 5 (1984) , S. 15 – 50
11. Becker, M.
Dynamics of development of hand bone cortical layer.
Stud. Hum. Ecol. 6 (1984) , S. 213 - 231
12. Bertino, E. ; Di Battista, E. ; Bossi, A. ; Pagliano, M. ; Fabris, C. ; Aicardi, G. ; Milani, S.
Fetal growth velocity: Kinetic, clinical and biological aspects.
Arch. Dis. Child. 74 (1996) , S. 10 - 15
13. Blajerová, M.
Ein Beitrag zur metrischen Wertung des Skelettmaterials im Interesse der Erkenntnis der ontogenetischen Entwicklung.
Anthropologie (Brno) 7 (1969) , S. 59 – 86
14. Boesze, P. ; Bognár, B. ; Szilvási, I. ; Bohar, I. ; Tusnády, G. ; Rejtó, L. ; László, J.
Skeletal maturation in streak gonad syndrome.

Gynecol. Obstet. Invest. 26 (1988) , S. 44 – 51

15. Borovanský, L. ; Hněvkovský, O.
The growth of the body and the process of ossification in Prague boys from 4 years to 19 years .
Anthropologie (Praha) 7 (1929) , S. 169 – 208
16. Bräuer, G.
Osteometrie. In: Knußmann, R. (Hrsg.): Anthropologie : Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Bd. 1, T. 1 : Wesen und Methoden der Anthropologie : Wissenschaftstheorie, Geschichte, morphologische Methoden. 4. Aufl. Stuttgart ; New York : Fischer 1988, S. 160 - 231
17. Caffey, J.
Pediatric X – Ray – Diagnosis.
Vol. 1 and 2; 7th. ed., Year Book Medical Publishers, Chicago : 1978
18. Cameron, N. ; Tanner, J.M. ; Whitehouse, R.H.
A longitudinal analysis of the growth of limb segments in adolescence.
Ann. Hum. Biol. 9 (1982) , S. 211 – 220
19. Christie, A.
Prevalence and distribution of ossification centers in the newborn infant.
Am. J. Dis. Child. 77 (1949) , S. 355 – 361
20. Davies, P.A. ; Parson, F.G.
The age order of the appearance and union of the normal epiphyses as seen by x-rays.
J. Anat. 62 (1927) , S. 58 – 71
21. Degenhardt, A.
Geschlechtsunterschiede in der physischen Entwicklung von Kindern: Skelett- und Zahnreife als Indikatoren geschlechtstypischer Wachstumsprozesse.
Z. Morphol. Anthropol. 72 (1981) , S. 247 – 266

22. Fazekas, G.I. ; Kosa, F.
Neuere Beiträge und vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung der
Körperlänge von Feten auf Grund der Diaphysenmaße der Extremitätenknochen.
Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 58 (1966) , S. 142 – 160
23. Fazekas, G.I. ; Kosa, F.
Forensic fetal osteology.
Budapest : Akademiai Kiado, 1978
24. Ferembach, D. ; Schwidetzky, I. ; Stloukal, M.
Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett.
Homo 30 (1979) , S. 1 – 32
25. Flecker, H.
Time of appearance and fusion of ossification centers observed by roentgenographic
method.
Am. J. Roentgenol. Radium Ther. 47 (1942) , S. 97 – 159
26. Francis, C.C.
The appearance of centers of ossification from 6-15 years.
Am. J. Phys. Anthropol. 27 (1940) , S. 127 – 138
27. Galstaun, G.
Some notes on the union of epiphyses in Indian girls.
Indian. Med. Gaz. 65 (1930) , S. 191 – 192
28. Garn, S.M. ; Rohmann, G.C. ; Blumenthal T.
Ossification sequence polymorphism and sexual dimorphism in skeletal development.
Am. J. Phys. Anthropol. 24 (1966) , S. 101 – 116
29. Geusens, P. ; Cantatore, F. ; Nijs, J. ; Proesmans, W. ; Emma, F. ; Dequeker, J.
Heterogeneity of growth of bone in children at spine, radius and total skeleton.
Growth Dev. Aging 55 (1991) , S. 249 – 256
30. Ghantus, M.

Growth of the shaft of the human radius and ulna during the first two years of life.
Am. J. Roentgenol. 65 (1951), S. 784 - 786

31. Gieseler, W.
Meßtechnik der langen Gliedmaßenknochen der Anthropoiden.
In: Aberhalden, E. (Hrsg.): Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. VII,
Methoden der morphologischen vergleichenden Forschung.
Berlin : Urban und Schwarzenberg, 1927
32. Gindhart, P.S.
Growth standards for the tibia and radius in children aged one month through
eighteen years.
Am. J. Phys. Anthropol. 39 (1973) , S. 41 – 48
33. Greulich, W.W. ; Pyle, S.I.
Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist.
2nd. ed. , Stanford, Calif. : Stanford Univ. Press, 1959
34. Greulich, W. ; Thoms, H.
The growth and development of the pelvis of individual girls before, during and after
puberty.
Yale J. Biol. Med. 17 (1944) , S. 91 – 97
35. Greven - Peters, S.
Zur Altersbestimmung prä- und postnataler Skelettindividuen unter besonderer
Berücksichtigung aktueller methodischer Aspekte.
Anthropol. Anz. 57 (1999) , S. 123 - 146
36. Güvener, M. ; Korel, N. ; Reimann, F.
Kann die Entwicklung und Reifung der Beckenknochen zur Unterstützung und
Erweiterung der Bestimmung des Knochenalters von Jugendlichen und heran-
wachsenden Personen herangezogen werden?
Röntgenpraxis 37 (1984) , S. 264 – 268
37. Häckel, M. ; Wagner, K. ; Bruchhaus, H.

Anthropologische Untersuchungen am mittelalterlichen Gräberfeld von Dresden – Briesnitz. In: Kokabi, M. , May, E. (Hrsg.): Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie. (im Druck)

38. Hagen, W.
Zum Akzelerationsproblem.
Dtsch. Med. Wochenschr. 86 (1961) , S. 220
39. Harding, V.S.V.
A method of evaluating osseous development from birth to 14 years.
Child. Dev. 23 (1952) , S. 247 – 271
40. Heidenreich, A.
Ein slawischer Friedhof mit Kirche auf dem Barbaraberg im Landkreis
Neustadt/Waldnaab.
Bamberg, Univ., Magisterarbeit, 2000
41. Henke, W.
Morphometrische Untersuchungen am Skelettmaterial des mittelalterlichen Kieler
Gertrudenfriedhofs im Vergleich mit anderen nordeuropäischen Skelettserien.
Z. Morph. Anthropol. 64 (1972) , S.310 – 346
42. Henker, J. ; Wagner, K
Archäologische Untersuchungen am Taschenbergpalais in Dresden, am Briesnitzer
Burgwardmittelpunkt und im Klosterhof Leubnitz. In: Denkmalpflege in Sachsen :
1894 – 1994 / hrsg. vom Landesamt für Denkmalpflege Sachsen. Weimar : Böhlau
Nachfolger, 1998, S. 121 – 146
43. Henning, C.
Das kindliche Becken.
Arch. Anat. Physiol. (1880) , S. 31 – 96
44. Herrmann, B. ; Grupe, G. ; Hummel, S. ; Piepenbrink, H. ; Schutkowski, H.
Prähistorische Anthropologie.
Berlin : Springer, 1990

45. Hinrichsen, K., V.
Humanembryologie.
Berlin : Springer, 1990
46. Hodges, P.C.
An epiphyseal chart.
Am. J. Roentgenol. 30 (1933), S. 809 – 810
47. Hoffman, J.M.
Age estimation from diaphyseal lengths: Two months to twelve years
J. Forensic. Sci. 24 (1979) , S. 461 – 469
48. Hövels, O.
Wachstum, Reifung und Umwelt.
Fortschr. Kieferorthop. 51 (1990) , Nr. 2, S. 61 – 69
49. Holtfreter, J.
Zur Anthropologie der Aunjetitzer des Mittel-Elbe – Saale – Gebietes. In: Bach, H.:
Paläanthropologie im Mittel-Elbe – Saale – Werra – Gebiet : Beiträge zur
Rekonstruktion der biologische Situation ur- und frühgeschichtlicher
Bevölkerungen. Weimar : Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, 1989
(Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte, 23) , S. 105 – 132
50. Hoppa, R.D.
Evaluating human skeletal growth: An Anglo – Saxon example.
Int. J. Osteoarchaeol. 2 (1992) , S. 275 – 288
51. Hühne - Osterloh, G.
Ursachen von Kindersterblichkeit in einer hochmittelalterlichen Skelettserie.
Anthropol. Anz. 47 (1989) , S. 11 – 25
52. Hui; S.L. ; Johnston, C.C. jr. ; Mazess, R.B.
Bone mass in normal children and young adults.
Growth Dev. Aging 49 (1985), S. 34-43

53. Humphrey, L.T.
Growth patterns in the modern human skeleton.
Am. J. Phys. Anthropol. 105 (1998) , S. 57 – 72
54. Ippolito, F. ; Postacchini, F. ; Scola, E.
Skeletal growth in normal and pathological conditions.
From the 2nd Department of Clin. Orthop., 1981, Univ. of Rome, S. 115 – 127
55. Johnston, F.E.
Sequence of epiphyseal union in a Prehistoric Kentucky Population from Indian Knoll.
Am. J. Phys. Anthropol. 20 (1961) ,S. 249 – 254
56. Johnston, F.E.
Growth of the long bone of infants and young children at Indian Knoll.
Am. J. Phys. Anthropol. 20 (1962) , S. 249 – 254
57. Kimura, K.
Skeletal maturity of the hand and wrist in Japanese children by the TW2 method.
Ann. Hum. Biol. 4 (1977), S. 353 – 356
58. Knußmann, R
Humerus, Ulna und Radius der Simiae. Vergleichend – morphologische Untersuchungen mit Berücksichtigung der Funktion.
Bibliotheca Primatologica, Fasc. 5, Basel : Karger 1967
59. Knußmann, R.(Hrsg.)
Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Bd. 1, T. 1:
Wesen und Methoden der Anthropologie : Wissenschaftstheorie, Geschichte, morphologische Methoden. 4. Aufl. Stuttgart ; New York : Fischer , 1988

60. Krogmann, W.M. ; Iscan, M.Y.
The human skeleton in forensic medicine.
Springfield, IL : Charles C. Thomas 1986, S. 50 – 102
61. Lange, E.
Die Gesetzmäßigkeit im Längenwachstum des Menschen.
Jb. Kinderheilk. 57 (1903) , S. 262
62. Yapp, N
Lebensalltag im Mittelalter.
Stuttgart : Verl. Das Beste , 1995 (Reisen in die Vergangenheit)
63. Loder, R.T. , Estle, D.T. ; Morrison, K. ; Eggleston, D. ; Fish, D.N. ; Greenfield, M.L. ; Guire, K.E.
Applicability of the Greulich and Pyle skeletal age standards to black and white children today.
Am. J. Dis. Child. 12 (1993) , S. 1329 – 1333
64. Low, W.D. ; Kung, L.S.
Linear growth of the tibia in Chinese children.
Z. Morphol. Anthropol. 75 (1985) , S. 327 – 330
65. Lurie, L.A.
Determination of bone age in children.
J. Pediatr. 23 (1943) , S. 131 - 140
66. Manzke, E.; Heuck, F.
Möglichkeiten und Ergebnisse der Morphometrie des Knochens.
Röntgenblätter 23 (1912) , S. 70
67. Maresh, M.M.; Deming, J.
The growth of the long bones in 80 Infants, roentgenograms vs. anthropometry.
Child. Dev. 10 (1939) , S. 91 – 106

68. Maresh, M.M.
Linear growth of long bones of extremities from infancy through adolescence.
Am. J. Dis. Child. 89 (1955) , S. 725 – 742
69. Maresh, M.M.
Growth of major long bones in healthy children.
Am. J. Dis. Child. 66 (1943) , S. 227 – 257
70. Martin, R. ; Saller, K.
Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung : mit besonderer Berücksichtigung der anthropologischen Methoden. Bd. 1. 3. , völlig umgearb. und erw. Aufl. Stuttgart ; New York : Fischer, 1957
71. McKern, T. W. ; Stewart, T. D.
Skeletal age changes in young American males. Analyzed from the standpoint of age identification.
Technical report EP-45, Natick, Ma., Quartermaster Research and Development Center, US Army, 1957
72. Mensforth, R.P.
Relative tibia long bone growth in the Libben and Bt-5 Prehistoric skeletal populations.
Am. J. Phys. Anthropol. 68 (1985) , S. 247 – 262
73. Merchant, V.L. ; Ubelaker, D.H.
Skeletal growth of the prehistoric Arikara.
Am. J. Phys. Anthropol. 46 (1977) , S. 61 – 72
74. Miles, A.E.W. ; Bulmann, J.S
Growth curves of immature bones from a Scottish Island population of sixteenth to mid – nineteenth century: Limb- bone diaphyses and some bones of the hand and foot. Int. J. Osteoarchaeol. 4 (1994) , 121 – 136

75. Miles, A.E.W. ; Bulmann, J.S.
Growth curves of immature bones from a Scottish Island population of sixteenth to mid – nineteenth century: Shoulder girdle, ilium, pubis and ischium.
Int. J. Osteoarchaeol. 5 (1995) , 15 – 27
76. Moorrees, C.F.A. ; Funning, E.A. ; Hunt, jr. E.E.
Formation and resorption of three deciduous teeth in children.
Am J. Phys. Anthropol. 21 (1963) , S. 205 – 213
77. Nakamura, T. ; Agbenu, E.K.M. ; Ofosu - Amaah, S. ; Kurobane, Y. ; Matsumoto, J. ; Watanabe, M.
Skeletal maturation of the hand of Ghanaian children: A comparative study of Ghanaian and Japanese children.
Anthropologie 32 (1994) , S. 179 - 184
78. Netter, F.H.
Farbatlanten der Medizin. Bd. 7: Bewegungsapparat I : Anatomie, Embryologie; Physiologie und Stoffwechselkrankheiten. Stuttgart ; New York : Thieme, 1992
79. Noback, C.R. ; Robertson, G.G.
Sequences of appearance of ossification centers in the human skeleton during the first five prenatal months.
Am. J. Anat. 89 (1951) , S. 1 – 28
80. Oditia, J.C. ; Ugbodaga, C.I.
The metacarpal index of normal Nigerian children.
Pediatr. Radiol. 13 (1983), S. 33-34
81. Owsley, D.W. ; Jantz, R.L.
Long bone length and gestational age distributions of post-contact period Arikara Indian perinatal infant skeletons.
Am. J. Phys. Anthropol. 68 (1985) , S. 321 – 328

82. Paterson, R.S.
A radiological investigation of the epiphyses of the long bones.
J. Anat. 64 (1929) , S. 28 – 46

83. Pokorná, M. ; Bilý, B.
Altersbestimmung der Kinderskelette aus dem slawischen Gräberfeld in Nové Zámky. Anthropologie (Brno) 15 (1977) , S. 179 – 180

84. Posener, K. ; Walker, E. ; Weddell, G.
Radiographic studies of the metacarpal and metatarsal bones in children.
J. Anat. 74 (1939)

85. Pryor, J. W.
Differences in the time of development of centres of ossification in the male and female skeletons.
Anat. Rec. 25 (1923) , S. 257 – 273

86. Pyle, S.I. ; Sontag, L.W.
Variability in onset of ossification in epiphyses and short bones of the extremities.
Am. J. Roentgenol. Radium Ther. 49 (1943) , S. 795 – 798

87. Rand, T.C. ; Edwards, D.K. ; Bay, C.A. ; Jones, K.L.
The metacarpal index in normal children.
Pediatr. Radiol. 9 (1980), S. 31-32

88. Reynolds, E.L.
The bony pelvic in prepuberal childhood.
Am. J. Phys. Anthropol. 5 (1947) , S. 165 – 200

89. Risser, J.C.
The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis.
Clin. Orthop. 11 (1958), S. 111-118

90. Robb, R. ; Clarke, J.

Growth of bone shafts in the human fetus.

Proc. Soc. Exp. Biol. 31 (1934) , S. 634

91. Runge, H. ; Fengler, F. ; Koall, W.
Ermittlung des peripheren Knochenmineralgehaltes bei Normalpersonen und Patienten mit verschiedenen Knochenerkrankungen, bestimmt mit Hilfe der Photonabsorptionstechnik am Radius.
Radiologie 20 (1980), S. 505 - 514
92. Saunders, S.R.
Subadult skeletons and growth related studies.
In: Saunders, S.R., Katzenberg, M.A.(Hrsg.): Skeletal biology of past peoples: Research Methods.
New York : Wiley –Liss, 1992, S. 1 – 20
93. Saunders, S.R. ; Hoppa, R. ; Southern, R
Diaphyseal growth in a nineteenth century skeletal sample of subadults from St. Thomas' Church, Belleville, Ontario.
Int. J. Osteoarchaeol. 3 (1993) , S. 265 – 281
94. Scheuer, J.I. ; Musgrave, J.H. ; Evans, S.P.
The estimation of late fetal and perinatal age from limb bone length by linear and logarithmic regression.
Ann. Hum. Biol. 7 (1980) , S. 257 – 265
95. Scheuer, L. ; Black, S.
Developmental juvenile osteology
London : Academic Press, 2000
96. Schmid, F. ; Halden, L.
Die postfetale Differenzierung und Größenentwicklung der Extremitätenknochenkerne.
Fortschr. Roentgenstrahlen 71 (1949) , S. 975
97. Schour, I. ; Massler, M.

Chart – „Development of the Human Dentition“.

2nd ed., Chicago: Am. Dental Assoc., 1944

98. Schutkowski, H.
Zur Geschlechtsdiagnose von Kinderskeletten.
Göttingen, Univ., Math.- Nat. Diss., 1990
99. Scoles, P.V. ; Salvagno, R. ; Villalba, K. ; Riew, D.
Relationship of iliac crest maturation to skeletal and chronological age.
J. Pediatr. Orthop. 8 (1988), S. 639 – 644
100. De Stefano, G.F. ; Hauser, G. ; Formenti, D. ; Maierca, A.
Age and sex variations in pelvic dimensions. Preliminary Study.
Acta Med. Auxol. 17 (1985), S. 211 – 215
101. Stevenson, P. H.
Age order of epiphyseal union in man.
Am. J. Phys. Anthropol. 7 (1924) , S. 53 - 93.
102. Stloukal, M. ; Hanáková, H.
Die Länge der Längsknochen altslawischer Bevölkerungen – Unter besonderer
Berücksichtigung von Wachstumsfragen.
Homo 29 (1978) , S. 53 – 69
103. Stürzebecher, R.
Röntgenologische Untersuchungen über den Ablauf und die Geschlechtsdifferenzen
der Beckenentwicklung im Kindesalter.
Berlin, Univ., Med. Diss., 1959
104. Sundick, R.I.
Human skeletal growth and age determination.
Homo 29 (1978) , S. 228 – 249
105. Tandler, J.

Lehrbuch der systematischen Anatomie. Bd. 1: Knochen-, Gelenk- und Muskellehre.
Leipzig : Vogel, 1919

106. Tchaperoff, I.C.C.
A manual of radiological diagnosis for students and general practitioners.
Baltimore : Wood, 1937
107. Todd, T.W.
Atlas of skeletal maturation.
St. Louis : Mosby, 1937
108. Toldt, C.
Die Knochen in gerichtsärztlicher Beziehung. In: Maschka, J.: Handbuch der gerichtlichen Medizin. T.3: Die Unfähigkeit zur Fortpflanzung. Zwitterbildungen. Zeichen der Jungfrauenschaft und gesetzeswidrige Befriedigung des Geschlechtstriebes. Schwangerschaft und Geburt. Fruchtabtreibung und Abortus. Die Leichenerscheinungen. Die Knochen in gerichtsärztlicher Beziehung. Kunstfehler der Ärzte und Wundärzte. Tübingen : Laupp, 1882, S. 483 - 567
109. Ubelaker, D.H. (Hrsg.)
Human skeletal remains: Excavations, Analysis, Interpretation.
2nd. ed. Washington : Taraxacum , 1989 (Manuals on Archeology ; 2)
110. Ubelaker, D.H.
Skeletal evidence for kneeling in Prehistoric Equador.
Am. J. Phys. Anthropol. 51 (1979) ,S. 679 – 686
111. Van Gerven, D. P. ; Hummert, J. ; Burr, D. B.
Cortical bone maintenance and geometry of the tibia in prehistoric children from Nubia's Batn el Hajar.
Am. J. Phys. Anthropol. 66 (1985) , S. 275 – 280
112. Vollmüller, J.
Untersuchungen zur Geschlechts - und Altersbestimmung am Humerus, Radius

und Ulna unter Berücksichtigung der Akzeleration und des Konstitutionstypes.
Erfurt, Med. Akad., Med. Diss., 1989

113. Wagner, K.
Burgwardmittelpunkt und Kirche in Dresden – Briesnitz.
In: Oexle, J. (Hrsg.): Frühe Kirchen in Sachsen.
Stuttgart: Fischer, 1994, S. 199 - 204.
114. Waldmann, E. ; Baber, F.M. ; Field, C.E. ; Billewicz, W.Z. ; Thomson, A.M.
Skeletal maturity of Hong Kong Chinese children in the first five years of life.
Ann. Hum. Biol. 4 (1977) , S. 343-352
115. Walker, P.L.
The linear growth of long bones in Late Woodland Indian children.
Proc. Indiana Acad. Sci. 78 (1968) S. 83-87
116. Weaver, D.S.
Sex difference in the ilia of a known sex and age sample of fetal and infant
skeletons. Am. J. Phys. Anthropol. 52 (1980) , S. 191 – 195
117. Y'Edynak, G.
Long bone growth in western Eskimo and Aleut skeletons.
Am. J. Phys. Anthropol. 45 (1976) , S. 569 – 574

Verzeichnis der Tabellen

1. Vergleich von Altersangaben verschiedener Autoren für das Auftreten von Ossifikationszentren
2. Vergleich der Altersangaben (in Jahren) verschiedener Autoren für den Epiphysenfugenschluß
3. Größter Durchmesser der proximalen Epiphyse des Humerus einschl. Caput, Tuberculum major et minor (nach Sundick 1978)
4. Größenentwicklung des Capitulum radii (aus Schmid und Halden 1949)
5. Größenentwicklung der Femurepiphysen (aus Schmid und Halden 1949)
6. Osteometrische Untersuchungen an den Apo- und Epiphysen des Femur (nach Sundick 1978)
7. Größenentwicklung der proximalen Tibiaepiphyse (aus Schmid und Halden 1949)
8. Osteometrische Untersuchungen an den Epiphysen der Tibia (nach Sundick 1978)
9. Erstes Erscheinen von Knochenkernen am Hüftbein (nach Noback und Robertson 1951)
10. Beziehung zwischen Risser – Stadium und chronologischem bzw. Skelettalter (aus Scoles 1988)
11. Anzahl der untersuchten Lang- und Beckenknochen
12. Anzahl der Messungen an Lang- und Beckenknochen
13. Auflistung der verwendeten Maße am Humerus, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde
14. Auflistung der verwendeten Maße am Radius, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde
15. Auflistung der verwendeten Maße an der Ulna, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde
16. Auflistung der verwendeten Maße am Femur, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde
17. Auflistung der verwendeten Maße an der Tibia, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde
18. Auflistung der verwendeten Maße an der Fibula, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde

19. Auflistung der verwendeten Maße am Os ilium, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde
20. Auflistung der verwendeten Maße am Os pubis, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde
21. Auflistung der verwendeten Maße am Os ischii, Bezeichnung und Beschreibung, soweit das Maß nicht von einem anderen Autor beschrieben wurde
22. Humerus - Wichtung der Abschnittsmaße nach ihrer Eignung
23. Humerus - Korrelationskoeffizient zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen
24. Wichtung der Maße vom Radius nach ihrer Eignung
25. Korrelationskoeffizient zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen vom Radius
26. Korrelationskoeffizient zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen von der Ulna
27. Wichtung der Abschnittsmaße der Ulna nach ihrer Eignung
28. Wichtung der Abschnittsmaße des Femur nach ihrer Eignung
29. Korrelationskoeffizient für Abschnittsmaße der Gruppe 1 des Femur
30. Wichtung der Abschnittsmaße der Tibia nach ihrer Eignung in Gruppen
31. Korrelationskoeffizienten von Abschnittsmaßen der Tibia
32. Wichtung der Abschnittsmaße der Fibula nach ihrer Eignung
33. Korrelationskoeffizienten von Abschnittsmaßen der Fibula
34. Korrelationskoeffizienten zwischen Maßen am Os ilium und Langknochenlänge
35. Wichtung der Abschnittsmaße des Os ilium nach ihrer Eignung
36. Korrelationskoeffizienten zwischen Diaphysenlänge ausgewählter Langknochen und Abschnittsmaßen am Os pubis
37. Os pubis - Wichtung der Abschnittsmaße nach ihrer Eignung
38. Korrelationskoeffizienten zwischen Langknochendiaphyse und Maßen am Os ischii
39. Os ischii - Wichtung der Abschnittsmaße nach ihrer Eignung
40. Anzahl von Abschnittsmaßen pro Gruppe
41. Humerus – Größter Durchmesser der proximalen Diaphyse im Vergleich mit zwei weiteren Skelettserien (Sundick 1978)
42. Femur – Durchmesser des Caput femoris im Vergleich mit zwei weiteren Skelettserien (Sundick 1978)

43. Tibia – Breite der proximalen Epiphyse im Vergleich mit zwei weiteren Skelettserien (Sundick 1978)
44. Tibia – Breite der distalen Epiphyse im Vergleich mit zwei weiteren Skelettserien (Sundick 1978)
45. Distale Diaphysenbreite ausgewählter Langknochen
46. Os ilium – Vergleich der Darmbeinhöhe Dresden – Briesnitz mit Ergebnissen von Reynolds (1947)
47. Os ilium – Vergleich der Breite der Incisura ischiadica major Dresden – Briesnitz mit Ergebnissen von Reynolds (1947)

Verzeichnis der Abbildungen

1. Längenentwicklung von Diaphysen und Os ilium pränataler weiblicher Individuen (nach Fazekas und Kósa 1978)
2. Vorliegen der Skelettabschnitte (%) bezogen auf die Gesamtindividuenzahl
3. Referenzkurven der oberen Extremität nach Stloukal und Hanáková (1978)
4. Referenzkurven der unteren Extremität nach Stloukal und Hanáková (1978)
5. Humerus – Altersverteilung der Individuen mit vollständiger Diaphyse nach Stloukal und Hanáková (1978)
6. Darstellung des linearen Zusammenhanges zwischen zwei Längenmaßen des Humerus
7. Humerus - Längenmaß H3/4
8. Darstellung des linearen Zusammenhanges zwischen größter Diaphysenlänge und drei Abschnittsmaßen
9. Altersschätzkurve – Humerus / Breite der proximalen Diaphyse (3z1)
10. Altersschätzkurve - Humerus / Breite der distalen Diaphyse (4z1)
11. Altersschätzkurve - Humerus / Breite der Fossa olecrani (14)
12. Altersstrukturvergleich am Humerus mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten
13. Radius - Altersverteilung der Individuen mit vollständiger Diaphyse nach Stloukal und Hanáková (1978)
14. Darstellung der linearen Beziehung zwischen Längen- und drei Abschnittsmaßen
15. Altersschätzkurve – Radius (proximale Diaphyse)
16. Altersschätzkurve – Radius (proximale Diaphyse)
17. Altersschätzkurve – Radius (Diaphysenmitte)
18. Radius - Altersstrukturvergleich mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten
19. Ulna - Altersverteilung der Individuen mit vollständiger Diaphyse nach Stloukal und Hanáková (1978)
20. Alters – Meßstrecken – Diagramm vom Längenmaß 2z der Ulna
21. Linearer Zusammenhang zwischen den zwei Längenmaßen der Ulna
22. Lineare Wachstumsbeziehung zwischen Längen- und drei Abschnittsmaßen der Ulna
23. Altersschätzkurve – Ulna (proximale Diaphyse)

24. Altersschätzkurve – Ulna (proximale Diaphyse)
25. Altersschätzkurve – Ulna (Diaphysenmitte)
26. Altersstrukturvergleich an der Ulna mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten
27. Femur - Altersverteilung unter Berücksichtigung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978)
28. Linearer Zusammenhang zwischen Längenmaßen $2z_1$ und 5 und der größten Diaphysenlänge ($1z_1$) am Femur
29. Alters – Meßstrecken – Diagramm vom Längenmaß 5 des Femur
30. Alters – Meßstrecken – Diagramm vom Längenmaß $5a$ des Femur
31. Lineare Wachstumsbeziehung zwischen den Längen- und Abschnittsmaßen
32. Altersschätzkurve - Femur (Diaphysenmitte)
33. Altersschätzkurve – Femur (proximale Diaphyse)
34. Altersschätzkurve – Femur (proximale Diaphyse)
35. Altersschätzkurve – Femur (proximale Diaphyse)
36. Altersstrukturvergleich Femur mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten
37. Tibia - Altersverteilung unter Berücksichtigung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978)
38. Linearer Zusammenhang zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen der Tibia
39. Altersschätzkurve – Tibia (Diaphysenmitte)
40. Altersschätzkurve – Tibia (proximale Diaphyse)
41. Altersschätzkurve – Tibia (distale Diaphyse)
42. Tibia - Altersstrukturvergleich mit und ohne Berücksichtigung von Fragmenten
43. Fibula - Altersverteilung unter Berücksichtigung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978)
44. Linearer Zusammenhang zwischen größter Diaphysenlänge und Abschnittsmaßen
45. Altersschätzkurve – Fibula (distale Diaphyse)
46. Altersschätzkurve – Fibula (distale Diaphyse)
47. Fibula - Altersstrukturvergleich mit (rot) und ohne (blau) Berücksichtigung von Fragmenten
48. Korrelation zwischen Humerusdiaphysenlänge und Maßen am Os ilium

49. Korrelation zwischen Femurdiaphysenlänge und Maßen am Os ilium
50. Korrelation zwischen Tibiadiaphysenlänge und Maßen am Os ilium
51. Altersschätzkurve – Os ilium
52. Altersschätzkurve – Os ilium (Darmbeinschaukel)
53. Altersschätzkurve – Os ilium
54. Altersschätzkurve – Os ilium
55. Altersstruktur der Individuen mit mindestens einem erhaltenem Os ilium
56. Linearer Zusammenhang zwischen größter Humerusdiaphysenlänge und Maßen am Os pubis
57. Altersschätzkurve – Os pubis
58. Altersschätzkurve – Os pubis
59. Altersstruktur aller Individuen mit mindestens einem Os pubis
60. Linearer Zusammenhang zwischen Humerusdiaphysenlänge und Maßen am Os ischii
61. Altersschätzkurve – Os ischii
62. Altersschätzkurve – Os ischii
63. Altersstruktur aller Individuen mit mindestens einem Os ischii
64. Altersverteilung der Individuen bis 14 Jahre
65. Erhaltungszustand von Langknochen verschiedener Skelettsammlungen
66. Vergleich der Altersstruktur des Gräberfeldes Dresden – Briesnitz bei alleiniger Betrachtung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978) mit den Ergebnissen nach Altersschätzung aller Individuen
67. Vergleich altersgeschätzter Individuen der Altersgruppe Infans 1 anhand der einzelnen Langknochen bei alleiniger Verwendung vollständiger Diaphysen nach Stloukal und Hanáková (1978) mit den Ergebnissen nach Altersschätzung aller Individuen
68. Altersverteilung der Subadulten innerhalb ausgewählter Gräberfelder
69. Prozentuale Verteilung der Individuen innerhalb des Gräberfelder auf die o.g. Altersgruppen
70. Altersstrukturvergleich von Individuen mit Femur und allen Individuen
71. Altersstrukturvergleich von Individuen mit Femur und allen Individuen bei Zusammenfassung der Altersgruppen

Danksagung

Herrn Prof. Dr. U. Jaeger, Institut für Humangenetik und Anthropologie der Friedrich – Schiller – Universität Jena, danke ich für die Überlassung des Themas und die Durchsicht meines Manuskripts.

Meinem Mentor, Herrn Dr. H. Bruchhaus, Institut für Humangenetik und Anthropologie der Friedrich – Schiller – Universität Jena, bin ich für die Bereitstellung des Materials und großzügige fachliche Unterstützung zu großem Dank verpflichtet.

Für Hinweise zur mathematisch - statistischen Auswertung danke ich Herrn Dr. M. Gebel, TU Bergakademie Freiberg.

Frau Diplom – Bibliothekarin Margit Schröder, Leiterin der wissenschaftlichen Bibliothek am Südharz – Krankenhaus Nordhausen und Frau Müller, Leiterin der wissenschaftlichen Bibliothek im Bereich Humangenetik und Anthropologie der Friedrich – Schiller – Universität Jena, gilt mein Dank für die unermüdliche Beschaffung sämtlicher Literatur.

Nordhausen, 01.07.01

Martina Liss

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, daß mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich – Schiller – Universität Jena bekannt ist,

ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel und Literatur angefertigt habe,

mich bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts mein Mentor, Dr. H. Bruchhaus, Institut für Humangenetik und Anthropologie, unterstützt hat,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und daß Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

daß ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

daß ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Nordhausen, 01.07.01

Martina Liss

Lebenslauf

16.09.1966	Martina Liss geb. Helms geboren in Ilmenau verheiratet
------------	--------------------------------------------------------------

September 1973 bis August 1983	37. Polytechnische Oberschule Erfurt
September 1983 bis August 1985	Erweiterte Humboldt – Oberschule Erfurt
August 1985	Abitur, Prädikat „Mit Auszeichnung“
September 1985 bis August 1986	Pflegerisches Vorpraktikum in der Medizinischen Klinik der Medizinischen Akademie Erfurt
September 1986 bis August 1992	Studium der Humanmedizin an der Karl-Marx- Universität Leipzig
September 1991 bis August 1992	Pflichtassistenz am Kreiskrankenhaus Sömmerda
31. August 1990	Hochschulabschluß an der Karl-Marx-Universität Leipzig mit dem Gesamtprädikat „Gut“
September 1992 bis Juni 1997	ÄIP / Assistenzärztin Innere Abteilung des Kreiskrankenhaus Sömmerda
1. März 1994	Approbation als Arzt
6. Juni 1995	Erlangung der Fachkunde Rettungsdienst
seit Juli 1997	Assistenzärztin der Medizinischen Klinik, Bereich Nephrologie / Dialyse Nordhausen
21. Juli 1997	Erlangung der Fachkunde Strahlenschutz
9. Dezember 1998	Anerkennung als Fachärztin für Innere Medizin

Nordhausen, den 01.07. 2001

Martina Liss